

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA
LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS CONVENCIONALES Y
PELIGROSOS DE LA EMPRESA ITALCOL S.A – FUNZA**

**DIANA PAOLA BERMÚDEZ HORTÚA
BRENDA ALEJANDRA MONROY TORRES**

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

Facultad de Ciencias Ambientales

Programa de Administración y Gestión Ambiental

Bogotá D.C., 2015

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
Facultad de Ciencias Ambientales
Programa de Administración y Gestión Ambiental

**Diseño de alternativas de Producción Más Limpia para la gestión integral de
residuos convencionales y peligrosos de la empresa Itacol S.A. – Funza**

BERMÚDEZ HORTÚA DIANA PAOLA
MONROY TORRES BRENDA ALEJANDRA

Director
LUIS GABRIEL CARMONA APARICIO
Ingeniero Ambiental y Sanitario

Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título de
Profesional en Administración y Gestión Ambiental

Bogotá D.C., 2015

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ciencias Ambientales - Programa de Administración y Gestión Ambiental

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Diseño de alternativas de Producción Más Limpia para la gestión integral de residuos convencionales y peligrosos de la empresa Itacol S.A. – Funza

Bermúdez Hortúa Diana Paola

Monroy Torres Brenda Alejandra

Luis Gabriel Carmona
Ingeniero Ambiental y Sanitario
Director del proyecto de grado

Nombre, Título académico
Miembro del Jurado

Nombre, Título académico
Miembro del Jurado

Nombre, Título académico
Decano

Bogotá D.C., noviembre de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad Piloto de Colombia (UPC) y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la UPC para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual.

Nombre: Diana Paola Bermúdez Hortúa

C. C.: 1.136.885.245 de Bogotá

Nombre: Brenda Alejandra Monroy Torres

C. C.: 1.024.033.097 de Bogotá

Bogotá, D.C., 17 de Noviembre de 2015

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado en primer lugar a Dios, porque es a través de su voluntad y el amor y fortaleza que me brinda a diario que ha sido posible la culminación de cada proyecto y meta personal, y en segundo lugar a mi familia, quienes han estado incondicionalmente para mí, formándome con dedicación y respeto, siendo ejemplo de superación, humildad y sacrificio y sobre todo porque siempre han creído en mí.

Diana Bermúdez

Dedico esta tesis primero a Dios quién ha estado conmigo en todo momento y me ha iluminado siempre el camino correcto, siendo guía y ayuda para mi vida, dándome las fuerzas necesarias para lograr cada meta y propósito que él tiene para mí. A mis papas, quienes con esfuerzo y dedicación me han ayudado a ser una mejor persona, con amor y buen ejemplo me formaron para ser la persona que soy hoy en día.

Brenda Monroy

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos culminar otra etapa más de nuestras vidas, dándonos la mejor sabiduría y guía para alcanzar nuestros sueños.

A nuestras familias por el apoyo incondicional que nos brindaron en cada etapa de nuestra Universidad, por su esfuerzo, amor, y comprensión.

Al Profesor Luis Gabriel por su entrega y sabiduría que nos ha brindado, su dedicación y su tiempo, para dirigir este Trabajo de Grado.

A la Universidad Piloto de Colombia por su nivel de educación, que nos ofreció y nos ayudó a tener las bases necesarias para nuestra carrera profesional.

A la empresa ITALCOL S.A. Funza por la disposición dada en todo el proceso del trabajo de grado.

Resumen

Actualmente, en Colombia existe una normatividad establecida, específica y de carácter obligatorio en cuanto a la generación de residuos sólidos y peligrosos; sin embargo y a pesar de la existencia de estas herramientas, aún no se cuenta con un control absoluto de esta problemática. Es así como la Producción Más Limpia juega un papel importante dentro de las alternativas principales para el acogimiento de esta normatividad, sobre todo para el sector industrial, debido a que centra la atención en los puntos más ineficientes de un proceso productivo y los optimiza no solo como beneficio económico para la organización, sino también desde el punto de vista de responsabilidad social y ambiental.

El presente trabajo está centrado en la formulación de alternativas de Producción Más Limpia en la empresa de producción de concentrado animal Italcol S.A. – Funza, específicamente para los procesos que contribuyen a la generación de residuos convencionales y peligrosos. El proyecto surge como respuesta al proceso de certificación ambiental que adelanta actualmente la organización, y a su rápido crecimiento a nivel empresarial, lo que ha causado una falta de control ambiental sobre todo en el tema de gestión de residuos. El documento está dividido en cuatro partes, en la primera se identifican las áreas más relevantes en la generación de residuos convencionales y peligrosos de la empresa, a través del uso de Ecomapas y la realización de Ecobalances, además de establecerse las pérdidas económicas de dichas áreas con relación a la generación de residuos respectiva. En la segunda parte, se realiza una evaluación del impacto ambiental para identificar las posibles amenazas de los residuos de mayor generación identificados en la primera parte, todo ello mediante diagramas de riesgo y un análisis CRETIP para el caso de los residuos peligrosos. En la tercera parte se establecen alternativas de Producción Más Limpia apropiadas para cada área y sugerencias según sea el caso. Por último, se determinan los costos económicos de las alternativas sugeridas, para finalmente definir la viabilidad de las alternativas en cuanto a costo/beneficio.

Abstract

Currently there is an established, specific and mandatory regulation in Colombia about solid and hazardous waste generation. However, despite those regulations, there is no total control of this problem. Thus, Clean Production plays an important role in the main alternatives to impulse those laws be taken into account, especially for industry, because it focuses the attention on the most inefficient points in a production process and optimizes not only as an economic benefit to the organization, but also from the point of view of social and environmental responsibility.

This project focuses on formulating Clean Production alternatives in Itacol S.A., a company specialized in the animal food processing, located in Funza, specifically for processes that contribute to conventional and hazardous waste generation. This project is a response to environmental certification process currently being developed by the organization and its rapid growth at the enterprise level, which has caused a lack of environmental controls especially on the issue of waste management. The document is divided into four parts, in the first the most relevant areas in conventional and hazardous waste generation in the company are identified, using ecomapping and mass balances, in addition to establish economic losses of these areas regarding waste generation. In the second part, environmental impact assessment is performed to identify potential threats of bigger waste generation which were identified in the first part, all through risk diagrams and CRETIB analysis for hazardous waste. Clean Production alternatives appropriate for each area and suggestions as the case set out are established in the third part. Last, the economic costs of the suggested alternatives are determined to finally define the feasibility of alternatives in terms of cost / benefit.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	2
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4.	JUSTIFICACIÓN	5
5.	OBJETIVOS.....	7
5.1.	Objetivo General.....	7
5.2.	Objetivos Específicos.....	7
6.	MARCO REFERENCIAL	8
7.	METODOLOGÍA	13
7.1.	Fase I: Diagnóstico Preliminar.....	13
7.2.	Fase II: Evaluación de Impacto Ambiental de las Áreas Relevantes	14
7.3.	Fase III: Establecimiento de Alternativas de Producción más Limpia.....	14
7.4.	Fase IV: Evaluación Monetaria de las Estrategias.....	14
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
8.1.	Generalidades de Itacol	15
8.1.1.	Ubicación y Descripción de la Zona.....	15
8.1.2.	Proceso Productivo	16
8.2.	Fase I: Diagnóstico Preliminar.....	18
8.2.1.	Ecomapas	18
8.2.2.	Eco balances.....	32
8.2.3.	Cuantificación de Pérdidas y Ganancias	46
8.3.	Fase II: Evaluación de Impacto Ambiental de las Áreas Relevantes	52
8.3.1.	Especificaciones para los Diagramas de Transporte de Residuos que se incluyen en las Fichas de Evaluación Ambiental.....	53
8.3.2.	Fichas de Evaluación Ambiental de los Residuos de las Áreas Relevantes	54
8.4.	Fase III: Establecimiento de Alternativas de Producción Más Limpia.....	63
8.4.1.	Alternativas de PML Aplicadas a la Escoria y Hollín Generados por la Caldera de Carbón.....	65
8.4.2.	Alternativas de PML Aplicadas al Empaque de Segunda	67
8.4.3.	Alternativas de PML Aplicadas a la Barredura Mala	69

8.4.4.	Alternativas de PML Aplicadas a los Residuos Peligrosos del Área de Premezclas	72
8.4.5.	Tabla resumen alternativas de PML.....	73
A continuación se presenta una tabla a manera de resumen, para mostrar una visión general del total de alternativas planteadas para cada residuo.....		
8.5.	Fase IV: Evaluación Monetaria de las Estrategia	73
8.5.1.	Evaluación Monetaria Adecuación a Caldera de Gas.....	74
8.5.2.	Evaluación Monetaria de la Escoria y Hollín en la Fabricación de Cemento	76
8.5.3.	Evaluación Monetaria del Cambio de las Empresas Actuales del Reciclaje de Empaque de Segunda 79	
8.5.4.	Evaluación Monetaria del Programa de Atención a Fugas de Alimento.....	81
9.	CONCLUSIONES.....	84
10.	RECOMIENDACIONES.....	85
11.	REFERENCIAS.....	86
12.	ANEXOS	94

TABLAS

<i>Tabla 1. Totales de los residuos por categoría (kg/día)</i>	19
<i>Tabla 2. Generación de residuos convencionales del plano general</i>	20
<i>Tabla 3. Generación de residuos reciclables del plano general</i>	21
<i>Tabla 4. Generación de residuos peligrosos Itacol - Funza</i>	22
<i>Tabla 5. Generación de residuos convencionales de la planta de producción</i>	23
<i>Tabla 6. Generación de residuos reciclables de la planta de producción</i>	24
<i>Tabla 7. Generación de residuos convencionales del edificio administrativo</i>	27
<i>Tabla 8. Generación de residuos reciclables del edificio administrativo</i>	28
<i>Tabla 9. Datos para la eficiencia térmica de la caldera</i>	34
<i>Tabla 10. Características de la caldera de Itacol - Funza según el Isocinético 2014</i>	35
<i>Tabla 11. Características del carbón mineral según análisis próximo</i>	35
<i>Tabla 12. Residuos para la eficiencia de materiales de la caldera</i>	37
<i>Tabla 13. Entradas para la eficiencias de materiales de la caldera</i>	38
<i>Tabla 14. Parámetros de control de emisiones</i>	38
<i>Tabla 15. Análisis de gases de la caldera</i>	38
<i>Tabla 16. Entradas pesa menor</i>	41
<i>Tabla 17. Salidas pesa menor</i>	41
<i>Tabla 18. Salidas área de peletizado</i>	42
<i>Tabla 19. Entradas área de premezclas</i>	44
<i>Tabla 20. Salidas área de premezclas</i>	44
<i>Tabla 21. Costos de las fumigaciones por área</i>	47
<i>Tabla 22. Costos e ingresos asociados a la generación del hollín y la escoria</i>	47
<i>Tabla 23. Costos e ingresos asociados a la generación del residuo de empaque</i>	48
<i>Tabla 24. Costos e ingresos asociados a la generación de barredura mala</i>	49
<i>Tabla 25. Costo de las materias primas planta de producción</i>	49
<i>Tabla 26. Costos de las materias primas de premezclas</i>	50
<i>Tabla 27. Costos e ingresos asociados a la generación de RESPEL provenientes del área de premezclas</i>	50
<i>Tabla 28. Porcentaje de representación de los costos de cada residuo frente a los ingresos operacionales de Itacol - Funza</i>	51
<i>Tabla 29. Clasificación RESPEL manejada por el área de premezclas</i>	60
<i>Tabla 30. Clasificación RESPEL establecida para el desarrollo del trabajo</i>	61
<i>Tabla 31. Clasificación RESPEL CEPIS para los residuos correspondientes a las corriente A4140</i>	61
<i>Tabla 32. Clasificación RESPEL CEPIS para los residuos correspondientes a la corriente A4130</i>	62
<i>Tabla 33. Cambio a caldera de gas</i>	65
<i>Tabla 34. Escoria de carbón y hollín en la fabricación de cemento</i>	66
<i>Tabla 35. Cambio de las empresas actuales del reciclaje de empaque de segunda</i>	68
<i>Tabla 36. Elaboración de un programa de atención a fugas de alimento</i>	69
<i>Tabla 37. Tabla resumen de alternativas de PML</i>	73
<i>Tabla 38. Valoración ambiental y económica de la adecuación a gas de la caldera actual</i>	75
<i>Tabla 39. Inversión inicial requerida para la adecuación a gas de la caldera actual</i>	76

<i>Tabla 40. Resumen de la adecuación a gas de la caldera actual</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 41. Valoración ambiental y económica de la disposición del hollín y la escoria para co- procesamiento</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 42. Resumen de la disposición del hollín y la escoria para co-procesamiento</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 43. Valoración ambiental y económica del cambio de las empresas encargadas de la disposición de empaque de segunda</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 44. Resumen del cambio de las empresas encargadas de la disposición de empaque de segunda ..</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 45. Valoración ambiental y económica del programa de atención a fugas de alimento.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 46. Resumen del programa de atención a fugas de alimento</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 47 Resumen Evaluación Monetaria de las Alternativas</i>	<i>83</i>

FIGURAS

<i>Figura 1. Herramientas de PML dentro del contexto del SGA.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2. Plano de localización de la empresa Itacol - Funza.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Diagrama de flujo del proceso industrial de Itacol – Funza.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4. Convenciones de los ecomapas.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5. Ecomapa plano general Itacol - Funza</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6. Ecomapa I de la planta de producción</i>	<i>26</i>
<i>Figura 7. Ecomapa II de la planta de producción.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 8. Ecomapa I del edificio administrativo</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Ecomapa II del edificio administrativo.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10. Ecomapa III del edificio administrativo</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11. Esquema de ecobalance de la caldera.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12. Cálculo de la eficiencia de la caldera</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13. Fórmulas utilizadas para el cálculo de la eficiencia térmica de la caldera.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14. Esquema de ecobalance de pesa menor.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15. Esquema de ecobalance de peletizado.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 16. Esquema de ecobalance del área de premezclas</i>	<i>45</i>
<i>Figura 17. Gráfica del porcentaje de representación de los costos de cada residuo frente a los ingresos operacionales de Itacol - Funza</i>	<i>52</i>
<i>Figura 18. Ficha de evaluación ambiental de la escoria de carbón</i>	<i>54</i>
<i>Figura 19. Ficha de evaluación ambiental del hollín.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Ficha de evaluación ambiental de los restos de materia prima</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21. Ficha de evaluación ambiental del residuo de cabuya.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 22. Ficha de evaluación ambiental del lodo de barredura mala.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 23. Ficha de evaluación ambiental de los residuos peligrosos de premezclas.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 24. Clasificaciones alternativas de PML.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 25. Caracterización barredura mala</i>	<i>70</i>

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

BMC	Bolsa Mercantil de Colombia
BPAA	Buenas Prácticas para la Alimentación Animal
CAR	Corporación Autónoma Regional
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
EMAAF	Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza
FENAVI	Federación Nacional de Avicultores de Colombia
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PET	Polietileno Tereftalato
PML	Producción Más Limpia
PRI	Período de Recuperación de la Inversión
PTARD	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
RESPEL	Residuos Peligrosos
RUA	Registro Único Ambiental
SGA	Sistema de Gestión Ambiental

GLOSARIO

Análisis CRETIB: Este término corresponde a las iniciales de las palabras corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y características biológico-infecciosas (Cisneros, 2005).

Análisis Isocinético: Método para determinar la cantidad de material particulado en un flujo de emisión de una fuente estacionaria. La velocidad, dirección y sentido con que se capta la muestra en este muestreo, es idéntica a la que se emite por el ducto de la fuente (Rojas, 2006).

Barredura mala: Residuos de limpieza de las áreas de peletizadoras, extruder, pisos, ciclones y transportadores, principalmente producto terminado que ha sido contaminado con otros residuos tales como agua, polvo, barro, entre otros (ITALCOL S.A. , 2014).

Bioacumulación: Consiste en la capacidad de los organismos de acumular selectivamente contaminantes en sus tejidos respecto de las concentraciones existentes en el medio en que habitan (Díaz, y otros, 2001).

Bioplásticos: Plásticos que son biobasados, biodegradables, o que reúnen ambas características (Vázquez, Espinosa, Beltrán, & Velasco).

Biota: Conjunto de animales y plantas de una región. La flora y la fauna del paisaje en su totalidad. (Sarmiento, 2000).

Caldera de Carbón: Equipo utilizado en Itacol para la producción de vapor a partir de carbón mineral. Es una caldera mixta (acuotubular y pirotubular) con una capacidad de 500 BHP de potencia (ITALCOL S.A. , 2014).

Carbón Mineral: Roca sedimentaria, de color negro a negro pardo, de fácil combustión, que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de material carbonoso incluida la humedad inherente (Ministerio de Minas y Energía Colombia, 2013).

Concentrado Animal: Son mezclas de nutrientes elaborados en forma tal que respondan a requerimientos de cada especie, edad y tipo explotación a que se destina el animal, bien sea

suministrándolos como única fuente de alimento o como suplemento o complementos de otras fuentes nutricionales (ICA, 1998).

Deposición: Proceso por el cual los contaminantes se depositan en el suelo (Castells & Álvarez, 2012).

Dispersión: Conjunto de procesos que tiene lugar en la atmósfera, cuyo resultado es la disminución de la concentración de contaminantes respecto a la que tenían en el momento de su emisión (Castells & Álvarez, 2012).

Disposición Final de Residuos: Emplazamiento final o definitivo de todo tipo de residuos, previamente tratados de acuerdo con sus características, de forma que no produzca daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente. (Fraume, 2006)

Dosificación: Es uno de los procesos iniciales en Italcil, donde después de haberse molido las materias primas éstas se llevan a las tolvas dosificadoras y desde en la consola de control se dan las especificaciones de las proporciones a utilizar de cada una de las materias primas requeridas en la formulación (ITALCOL S.A. , 2014).

Escoria de Carbón: Residuo sólido que resulta de quemar carbón en las industrias para la producción de energía (Duque, Echeverri, & Rendón, Caracterización mecánica de la escoria de carbón para su uso en la ingeniería, 2014).

Escorrentía: La escorrentía es generada por eventos de lluvia en áreas urbanas e industriales dentro de una fuente significativa de contaminación de las aguas superficiales (Esteves, 2002).

Eutrofización: Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, 1997).

Extrudizado: Este proceso solo aplica solo a productos de las Líneas Mascotas y Acuicultura en Italcol. Tiene lugar después de la molienda, es independiente del peletizado y se realiza con el fin de lograr una gelatinización de los almidones acompañada de una ganancia de humedad y densidad requeridas de cada una de las presentaciones del producto terminado gracias a la adición de vapor (ITALCOL S.A. , 2014).

Hollín: Se refiere a diversas partículas sólidas emitidas por fuentes de combustión (ICCT, 2009).

Impacto Ambiental: Cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Ingestión: El acto de tragar algo, ya sea comiendo, bebiendo o dejando algo en la boca. Una sustancia peligrosa puede así entrar en el cuerpo (Padilla)

Inhalación: Proceso consistente en respirar aire que pasa a los pulmones por la boca y/o nariz (Kent, 2003).

Inquemados: Los componentes del combustible no se oxidan totalmente por lo que aparecen los denominados inquemados, los más importantes son CO y H₂; otros posibles inquemados son carbono, restos de combustible, etc (García, 2001).

Mitigación: Implementación deliberada de decisiones o actividades, diseñadas para reducir los impactos no deseados de una acción o propuesta, sobre el ambiente afectado. (Fraume, 2006).

No Conformidad: Es un incumplimiento de un requisito del sistema, sea este especificado o no. Se conoce como requisito una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria (International Organization for Standardization ISO, 2005)

Peletizado: Después de la mezcla de materias primas en este proceso se prepara la mezcla para el peletizado por medio de la inyección de vapor en cantidades constantes para después aglomerar los ingredientes mediante compactación y paso de éstos a través de las aberturas de un dado (cribas) para

formar los pellets; luego los pellets ya formados son conducidos al enfriador de la peletizadora (ITALCOL S.A. , 2014).

Pesa Menor: Área en la que se pesan materias micros, tales como: aditivos, anticoccidiales, pigmentantes, vitaminas y ligantes y materias primas macros de origen animal y algunos minerales, un operario agrega estas materias primas más la premezcla (un paquete para 5 ton) a la mezcladora. Los bultos que contienen la premezcla y las materias primas vaciadas aquí son rotos con cuchillos.

Producción Más Limpia: Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

Relación B/C: La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto (Pymesfuturo, 2007).

Residuo Aprovechable - Reciclable: Aquel residuo sólido o líquido que puede ser reutilizado o transformado incluyéndolo al proceso económico con valor comercial (Fraume, 2006).

Residuos Convencionales: Son objetos, materiales, sustancias o elementos sólidos que por su naturaleza, uso, consumo y/o contacto con otros elementos, objetos o productos no son peligrosos y el generador abandona, rechaza o entrega siendo susceptibles de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables (Toro, 2013).

Residuos Peligrosos: Residuos que debido a su peligrosidad intrínseca (tóxico, corrosivo, reactivo, inflamable, explosivo, infeccioso, ecotóxico), pueden causar daños a la salud o al ambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Sedimentación: Acumulación por deposición de una carga excesiva de partículas referente al caudal de la misma (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1980).

Sostenibilidad: Atender a las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (Macedo, 2005)

Tasa Interna de Retorno: La TIR se define como aquél tipo de actualización o descuento que hace igual a cero el VAN de una inversión. Se puede decir que la TIR de una inversión es el umbral de rentabilidad de esa inversión (Jiménez, 2011).

Tolva: Equipos de almacenamiento para producto terminados y materia prima transformada, molida o mezcla de esta. Itacol cuenta con 18 tolvas a granel, 4 de pre molienda, 23 de materia prima, 9 de pre peletizado, 3 de pre extruido, 6 dúplex y 2 de producto terminado (ITALCOL S.A. , 2014).

Vaceo: Lugar donde se descargan materias primas tales como: Torta de Algodón, Polvillo de Trigo, Harina de trigo, Harina de Arroz, Germen de Malta, Arroz Cristal, entre otras (ITALCOL S.A. , 2014).

Vector: Son aquellos organismos que de una forma u otra están involucrados en la transmisión de agentes patógenos responsables de importantes enfermedades, tanto al hombre como a los animales (Llop, Valdés-Dapena, & Zuazo, 2001).

Volatilización: La volatilización es el proceso del cambio de un químico de líquido a forma gaseosa (Soria, 2009).

1. INTRODUCCIÓN

Colombia ha tenido un cambio secuencial en cuanto a las políticas ambientales desde el último tiempo. Hace 40 años el país no veía como un problema la generación de residuos sólidos y peligrosos, sino hasta 1975 cuando la Dirección de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud realizó una primera investigación sobre la situación de los residuos en el país, la cual arrojó resultados acerca de la mala calidad en los vehículos recolectores de aseo, la falta de cobertura en ciudades, la inadecuada administración, la falta de control sobre la disposición final y la ausencia de una política regulatoria (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

Desde entonces Colombia ha tenido un proceso de mejora en cuanto a las herramientas de control sobre la generación y aprovechamiento de residuos, no sólo a nivel industrial sino también doméstico; ha logrado el desarrollo de un mercado para los residuos aprovechables y sobre todo un fortalecimiento en la legislación ambiental. Gracias a este proceso es como ahora en Colombia se puede hablar de un concepto más complejo: Producción Más Limpia, que de acuerdo al United Nations Environment Programme UNEP (en español Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA) en el año 1994 lo define como: *“la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente”* (Ministerio del Medio Ambiente, 1999). La adopción de este término en el país se ve reflejado desde el Plan Nacional de Desarrollo (1994-1998), con la inclusión del Programa de Producción Más Limpia y, después de haberse sometido por varios estudios, con la consolidación de la Política Nacional de Producción Más Limpia en el año 1997 (van Hoof & Herrera, 2007).

A partir de este hecho en Colombia se ve el progreso que se ha tenido con la Producción Más Limpia en el sector industrial, con 62 convenios firmados en los sectores productivos: 9% agroindustriales, 66% agropecuarios, 9% industriales; 6% mineros; 10% con sectores de servicios (van Hoof & Herrera, 2007). Viéndose así el resultado del cambio del enfoque de los sectores productivos de solo centrar la atención al “final del tubo”, en cuanto a estrategias ambientales, a fijar su atención en la fuente generadora, es decir, a establecer alternativas de minimización de residuos y prevención de impactos negativos al ambiente.

En este contexto y respondiendo a la problemática de generación aún descontrolada de residuos en el país, se propone la Producción Más Limpia como opción de solución a ello. Esta estrategia se ve reflejada a largo plazo, no obstante tiene un impacto más relevante de costo-beneficio dentro de una

organización, debido a que no sólo se disminuyen los residuos generados, sino que además se ven beneficios en cuanto a los procesos productivos al hacerlos más eficientes, y con una visión más detallada, obteniendo un ahorro en el consumo de materias primas, energía y agua y las emisiones contaminantes que de estos procesos y desechos se derivan (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

Hoy en día el sector de producción de concentrado animal en Colombia no ha sido uno de los que más ha acogido la Producción Más Limpia dentro de sus políticas, sin embargo, ahora se puede hablar de pequeños proyectos que muestran la posible viabilidad de este tipo de alternativa dentro de este sector. Ideas como el aprovechamiento de residuos de origen vegetal como base para la elaboración de concentrado para especies animales (González, 2013) muestran que es posible el establecimiento de alternativas para prevenir la generación de residuos.

Este trabajo se centra en la opción expuesta para diseñar alternativas de PML dirigidas a la actual gestión integral de residuos, tanto convencionales como peligrosos, de la empresa Itacol S.A. Funza dedicada a la elaboración de alimentos concentrados para animales. Es importante resaltar que el propósito del diseño será enfocado exclusivamente a la generación de residuos dentro de esta organización, estableciendo así las alternativas hacia la minimización a nivel interno y efectuando una evaluación posterior hacia estas alternativas. Como conclusión final, se pretende que la empresa cambie el enfoque con el que ha venido operando en cuanto a la gestión de la generación de sus residuos durante sus 45 años en funcionamiento, viendo los beneficios que se expondrán con este diseño y así implementándolo en la empresa.

2. ANTECEDENTES

Las estrategias “al final de tubo” por si solas, no parecen suficientes para suplir todo el impacto ambiental que hoy en día afrontamos en el mundo, esto debido a que no son una completa solución de eliminación de contaminación, requiriendo de equipos costosos de tratamientos y desmotivando así las innovaciones tecnológicas que no bastan para suplir esta necesidad.

Por esta razón se hace importante mostrar cómo la Producción Más Limpia ha arrojado significativos resultados en el sector empresarial como solución a esta problemática ambiental en Colombia, haciendo énfasis en la gestión de residuos; para así tomar como punto de referencia a los indicadores de sostenibilidad competentes con el propósito del presente trabajo.

En este contexto es pertinente exponer el caso de RedES-CAR, el cual ha sido una de las herramientas más novedosas y actuales para el impulso de la PML a nivel empresarial en el Departamento de Cundinamarca y algunas zonas de Boyacá.

Este es un programa puesto en marcha a finales del año 2013 y del cual forman parte tres actores principales, la CAR como autoridad ambiental, los centros de servicio como impulsores de esta metodología y el sector privado encontrándose aquí las empresas “ancla” y proveedores Pymes. Esta alternativa se puede considerar como novedosa por su funcionamiento en cadena, en el cual las empresas más reconocidas en la región se comprometen voluntariamente a realizar proyectos de PML dentro de su misma organización y a impulsar este mismo compromiso hacia sus proveedores, ambos actores son respaldados y guiados por medio de los centros de servicio (Universidad de los Andes, Corporación Universitaria Minuto de Dios y la Universidad Piloto de Colombia), los cuales a través de reuniones de trabajo, ejercicios en la empresa, visitas con asesores técnicos al lugar de trabajo, asesorías online, entre otros, logran además del éxito de los proyectos, una apropiación del tema de PML por parte de los trabajadores para futuras mejoras.

Actualmente este programa ha logrado la inclusión de 101 empresas con 101 proyectos de PML desarrollados, notándose una transformación productiva, un mejoramiento ambiental y un aprendizaje organizacional (RedES-CAR, 2013).

De la mano con lo anterior, se hace oportuno presentar la gestión de los residuos que tiene hoy en día la empresa colombiana Alpina, líder en la producción de bebidas lácteas, alimentos para bebés, bebidas refrescantes, leches, postres y quesos. Esta organización, además de lograr un alto aprovechamiento de los residuos posindustriales, un cambio en el empaque con el uso de las botellas de PET y el aprovechamiento del 50% de los lodos, provenientes de la PTAR, a través del compostaje, después de su inclusión en el programa RedES-CAR en el año 2014, ha promovido que 19 proveedores ganaderos desarrollen proyectos dirigidos a mejorar su desempeño económico y ambiental en temas como el aprovechamiento y manejo eficiente de residuos y la generación de energía mediante el uso de residuos de sus operaciones. Todas estas acciones han resultado en un 74% de residuos aprovechados para el 2014 y un total de 4.931.600 kg al año de residuos evitados (Alpina, 2014).

Por otro lado, un caso adicional es expuesto por el Centro Nacional de Producción Más Limpia de Colombia, mostrando a la empresa Vikingos de Colombia S.A., ubicada en la ciudad de Cartagena y la cual realiza el procesamiento de lomo de atún, langostino, pesca blanca y harina de pescado y

presta el servicio de sacrificio y deshuese de reses. La organización implementa herramientas de PML para la generación de residuos sólidos, creando como resultado un proceso de cocción de cabezas, colas, piel y agallas de atún para convertirlos en harina de pescado, además de la instalación de un tanque recolector de sangre en la planta de sacrificio, la cual será transformada en harina de sangre, pudiendo así convertir estos residuos en subproductos para la venta. En conjunto esta implementación de PML ha conllevado a una reducción del 100% de los residuos sólidos generados, con una inversión de 9.500 dólares, un ahorro anual de 17.000 dólares y una recuperación de la inversión a 7 meses (Centro Nacional de Producción Más Limpia, 2002).

El último ejemplo hace referencia a uno de los casos exitosos de las compañías que pertenecen al programa ECOPROFIT de la ciudad de Bucaramanga, Colombia, creado este con el fin de: *“apoyar a las industrias en proceso de mejoramiento de su desempeño ambiental a través del concepto de la Producción Más Limpia”* (Parada, 2003). Este es el ejemplo de Abonos AGS, una compañía familiar dedicada al desarrollo, producción y comercialización de abonos orgánicos minerales, donde la aplicación de las herramientas de PML se ven reflejadas en la generación de residuos a través de la formulación del programa de gestión de residuos, la aplicación de estrategias de prevención, reúso y reciclaje, logrando así aprovechar la melaza compactada. Estas estrategias aumentaron en un 100% la generación de residuos reciclables, redujeron de igual forma los residuos ordinarios, incrementaron la productividad en un 54% y disminuyeron el consumo de materias primas, concluyendo todo esto en un ahorro total al año de \$92.349.823 (Ecoprofit, 2007).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente Italcol S.A. - Funza cuenta con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos los cuales fueron creados por el biólogo Camilo Andrés Camacho Rodríguez en el año 2009. Aunque se han venido ejecutando desde entonces, con el transcurso de los años, Italcol, al ser una empresa en crecimiento, ha venido transformando sus procesos y recursos; sin embargo, no ha tomado en cuenta que estas transformaciones influyen en la gestión de los residuos que generan, manteniéndose desactualizados los mencionados documentos desde su creación.

Esto conlleva a que la empresa no se vea en la necesidad de formular e implementar estrategias nuevas frente a los retos de su constante cambio, y en consecuencia, no cumpla con las obligaciones

externas; como lo es la de la actualización continua de este tipo de documentos, así como el establecimiento de objetivos y metas concretas para la minimización, gestión interna y externa de los residuos. Según RUA Residuos Ordinarios: En 2013 se genera aproximadamente 423 toneladas y en 2014 paso a generar 535 toneladas, es decir, aumentó 106 toneladas aproximadamente. Residuos Reciclables: en 2013 paso de generar 243 toneladas a generar en 2014 268 toneladas, es decir, aumentó 24 toneladas. Residuos Respel: en 2012 generaban 3 toneladas y en 2013 paso a generar 8 toneladas, es decir, una diferencia de 4 toneladas. Cabe aclarar que del 2013 a 2014 la producción de concentrado en Itacol Funza aumento en 22 toneladas, sin embargo se ve el notorio aumento de generación de residuos ordinarios que no se ve acorde al aumento de la producción. Es por esto que Itacol se podría ver afectada económicamente, debido a que a largo plazo, las problemáticas ambientales serán más notables, en mayor cantidad y con un nivel de impacto sobre todos los niveles de la empresa. Igualmente, la organización estará desentendida a tal punto, que a la hora de enfrentar el problema, tendrá que recurrir a alternativas momentáneas, no efectivas y sobre todo con un costo significativamente alto. Lo anterior, sumado al inminente progreso que tendrá la legislación ambiental en cuanto a la regulación y monitoreo del sector industrial, convierte estas problemáticas en una amenaza para la empresa, ya que le suponen un posible daño a su imagen corporativa y unos costos de mitigación innecesariamente altos.

Con esta visión de la empresa, la repuesta se encuentra así en darle una o más opciones de solución a las problemáticas nuevas y a las ya conocidas sobre la gestión de residuos convencionales y no convencionales, abordando no solamente la disposición final, sino la generación en la fuente con alternativas novedosas, viables y que generen un ahorro de dinero y tiempo.

Entonces, ¿Cuál es la solución más viable y “limpia” para prevenir o mitigar los impactos originados por la gestión de residuos convencionales y peligrosos de Itacol S.A. - Funza?

La Producción Más Limpia aplicada a esta gestión de residuos se convierte entonces en una alternativa para la organización, debido a que permite en primer lugar, cumplir la normatividad ambiental previniendo de esta forma acciones jurídicas por parte de terceros, en segundo lugar, mejora en procesos productivos al generar opciones efectivas de uso de materias primas, minimización o reemplazo de estas por unas más eficaces y en tercer lugar, en conjunto puede fortalecer la competitividad al brindar una mejor imagen corporativa pública.

4. JUSTIFICACIÓN

Una de las raíces que sustentan el porqué de este trabajo son los costos innecesarios que le representa a la empresa la generación de residuos, es decir, los costos dados por la disposición final, en consecuencia, los costos por la ineficiencia de los procesos que contribuyen a la generación de residuos y los posibles costos por enfermedades o accidentes laborales. De manera más clara se puede decir que la significativa generación de residuos en Italcol viene dada de un desperdicio de materia prima e insumos en los procesos, lo cual viéndose a mediano y largo plazo, le representa una pérdida de dinero a la empresa, adicional a ello el mismo volumen generado de residuos hace que la disposición final tenga unos costos más altos y de la mano aumenta los impactos ambientales y sociales dados por esto.

La ausencia del control en la generación de residuos en la empresa supone un riesgo “desconocido” por la organización directamente hacia el trabajador asignado para el transporte y almacenamiento de residuos dentro de Italcol e indirectamente para los trabajadores de la misma empresa, los cuales mantienen un contacto significativo con el centro de acopio, y, viéndose a largo plazo, para las empresas aledañas y la comunidad circundante, todo ello debido a la generación de olores, vectores y emisiones, que son relevantes por la misma cantidad de residuos generados.

Este problema podría verse como consecuencia de la falta de objetivos y metas acordes a las problemáticas ambientales actuales que presenta Italcol como resultado de la misma desactualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, sin embargo, este no es el único factor, siendo necesario entonces aclarar que el punto clave podría ser la falta de un estudio que solo sea enfocado hacia esta problemática y que ha hecho que los objetivos trazados en la organización no sean encaminados a corregir el problema desde su origen; puesto que hoy en día al no evaluarse la responsabilidad que tiene cada área y, en general, cada nivel de la empresa, las metas e indicadores no han sido eficientes ni pertinentes; por ello la empresa solo ha visto como relevantes los procesos de almacenamiento y disposición final de residuos, dejando de lado las fuentes de generación.

Por otro lado, el afán de buscar una solución rápida ante el gran volumen de los residuos diarios, ha causado un descuido en la verificación de las empresas vinculadas con Italcol para el transporte y disposición final, lo que supone que la empresa al no estar cumpliendo en su totalidad con sus obligaciones ambientales podría incurrir en sanciones o problemas legales a un futuro. Esta problemática no solo se puede ver desde el punto de vista de un mal control en el proceso de contratación de las empresas destinadas para la disposición de los residuos, sino como el hecho de que la cantidad actual que representan los residuos para la empresa es tal que su gestión se encuentra

fuera de los alcances a los responsables, por ello se ve necesario no solo la regulación en el almacenamiento, transporte y disposición sino en alternativas que disminuyan la relevancia del volumen de residuos de manera eficiente.

Viendo de esta forma el panorama de una de las líneas ambientales de Italcol, no se ve factible solo actualizar los planes de gestión integral de residuos como solución a estas problemáticas, sino que la importancia de este estudio radica en que, al detallar que una sola línea, en este caso los residuos sólidos y peligros, causan importantes problemas dentro de la empresa; se ve necesario el resolver los causantes de estos y no simplemente lo evidente.

La Producción Más Limpia sería así una de las herramientas base ya que permite la creación de nuevas alternativas de minimización y prevención de acuerdo al enfoque que se le dé y se acomoda a las necesidades y límites de la empresa, pudiendo hacer que en este caso Italcol caiga en cuenta de las pérdidas que sufre a la hora de dejar en segundo plano esta parte ambiental, por solo verla como un requisito más, y sobre todo al no realizar una retroalimentación de los resultados que han arrojado las medidas correctivas tomadas a un corto plazo, haciéndose necesario que se plantee entonces nuevos retos más calculados y que resuelvan de raíz las problemáticas presentadas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Diseñar alternativas de Producción Más Limpia para mejorar la gestión integral de residuos convencionales y peligrosos de la empresa de elaboración de concentrado animal Italcol S.A.

5.2. Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual de la empresa, identificando y cuantificando las áreas críticas de generación de residuos.

Evaluar los impactos potenciales, en términos ambientales, de los residuos más relevantes identificados.

Establecer estrategias de gestión integral de residuos enfocadas en la Producción Más Limpia.

Estimar la viabilidad económica de las estrategias propuestas considerando el costo/beneficio de cada una de ellas para la empresa.

6. MARCO REFERENCIAL

Como punto de referencia para el desarrollo del presente trabajo se hace necesario exponer diferentes definiciones de Producción Más Limpia, sus respectivas herramientas, la Política Nacional de Producción más Limpia y visiones sobre la competitividad empresarial frente a la gestión ambiental, además de ellos la normatividad correspondiente. Todo ello con el fin de consolidar la justificación del trabajo y ampliar los conocimientos de las diferentes opciones de instrumentos a utilizar para el desarrollo del mismo.

Se comenzará diciendo que la Política de Producción Más Limpia fue establecida como una iniciativa para minimizar los impactos ambientales desde las fuentes de generación de contaminantes en los sectores productivos, creando oportunidades de beneficios en la competitividad empresarial y exigiendo, junto con lo anterior, el compromiso del Gobierno, empresarios, gremios, organizaciones no gubernamentales, consumidores y comunidad en general, para el éxito de la misma (Ministerio del Medio Ambiente, 1999) .

En lo que respecta a la Producción Más Limpia, esta puede verse como el mejoramiento continuo en cada una de las fases de un proceso, producto o servicio logrado a través del uso racional de los recursos naturales y mejorando con ello la eficiencia de los procesos, con el fin de reducir la cantidad y la peligrosidad de todos los tipos de contaminantes derivados de los procesos y reduciendo, de la mano, el impacto ambiental ocasionado por la actividad desarrollada.

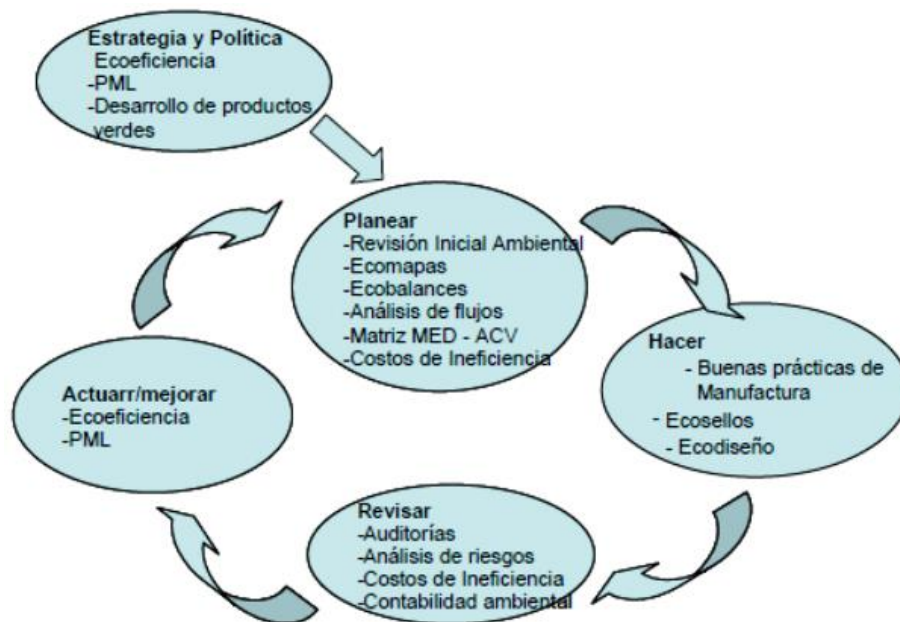
Esta definición se ve sustentada en varias afirmaciones, en primer lugar (Jaramillo, 2003) afirma que: *“PML obedece a un proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino permanentemente en cada una de las fases del proceso, producto o servicio”* por lo cual se puede deducir que la Producción Más Limpia es un mejoramiento continuo. En segundo lugar, la Producción Más Limpia también considera la eficacia de los procesos y el consumo de los recursos como punto clave para aumentar el rendimiento de los mismos (Rigola, 1996), estableciendo con esto

que es a través de un uso racional de los recursos que se mejora la eficiencia de los procesos. Por último, según (Maarten et al., 2003) “PML usualmente se refiere al mejoramiento de los procesos de producción industrial como son reducir el volumen de productos residuales y por lo tanto reducir el impacto en el ambiente” por ello se estableció como fin de la Producción Más Limpia la minimización de contaminantes para la reducción del impacto ambiental.

Junto con el concepto anterior se encuentran las herramientas de Producción Más Limpia, las cuales se enfocan en diagnosticar el estado ambiental de una organización, a nivel de procesos, productos, recursos y residuos, con el propósito de identificar las áreas críticas y la importancia ambiental de los procesos en cada una de estas, ayudando a la toma decisiones con base en los resultados y así proponer alternativas de mejora; evaluando su efectividad a través del tiempo (Jaramillo, 2003).

Las herramientas de la PML dependen de la empresa a analizar y del sistema de gestión ambiental con el que cuenten, la *Figura 1*, muestra la estructura de un sistema de gestión ambiental frente a las herramientas de PML. De igual forma, estos instrumentos se aplican de acuerdo a la finalidad de la fase de la metodología, debido a que existen herramientas de diagnóstico, planeación, priorización y mejoramiento, también herramientas enfocadas al proceso, al producto, al entorno o a la cadena de producción y herramientas cuantitativas y cualitativas (van Hoof, 2008).

Figura 1. Herramientas de PML dentro del contexto del SGA



Fuente: Van Hoof, B. (2008). *Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental*.

A continuación se describen las herramientas más utilizadas en PML y las principales que harán parte del presente trabajo, las tres primeras pertenecen a herramientas de diagnóstico y van enfocadas hacia el producto y, la última es una herramienta multifacética debido a que puede ser aplicada en el diagnóstico o en la evaluación final de las estrategias.

Ecomapa. Este instrumento permite priorizar los problemas ambientales en una organización a través del diseño de mapas de áreas que se quieren tratar específicamente, identificando y señalando los puntos más críticos con figuras preestablecidas, que dependen del recurso estudiado (residuos, agua, energía); a fin de obtener un diagnóstico de los impactos ocasionados por los procesos involucrados. (Espitia, 2010)

Ecobalance. Consiste en identificar las entradas, es decir, los materiales e insumos utilizados, y las salidas (productos, subproductos y residuos) en el área de una organización, determinando su punto de origen, el proceso y los volúmenes de cada uno, con el objeto de proyectar la eficiencia actual y a futuro del área en estudio. (Jaramillo, 2003). El Ecobalance se apoya del Ecomapa para enfocar la evaluación de manera más detallada.

Análisis de Flujo de Sustancias. Es una representación gráfica que muestra el flujo de una sustancia específica en un proceso definido para determinar el impacto socio ambiental de esta misma. (van Hoof, 2008)

Análisis Costo/Beneficio. Según Castañer (2014) esta herramienta: *“presenta tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar (usualmente monetarias), para que se puedan comparar directamente”*. En otras palabras, se establece cuánto podría costar la solución frente al costo del problema, si se llegara a implementar la alternativa, con el fin de conocer la viabilidad económica de esta.

En última instancia, para ampliar la visión de la Producción Más Limpia como una ventaja para las organizaciones se hace fundamental identificar la relación que existe entre la competitividad empresarial y la gestión ambiental, puesto que la PML es una herramienta de la gestión ambiental en pro del desarrollo sostenible.

Se partirá así con la siguiente afirmación (Perez, 2004): *“La competitividad debe cumplir las condiciones de ser ambientalmente sostenible y socialmente equitativa”*, con ello se puede reiterar la relación directa entre la competitividad y la gestión ambiental y establecer que una empresa el estar en constante cambio, dado por el mismo entorno en desarrollo, necesita innovaciones continuas y,

que para establecer cambios eficientes y pertinentes, debe tener en cuenta la parte socio ambiental, debido a que una organización no solo encierra producción, sino también clientes y recursos.

En línea con lo anterior, una correcta gestión ambiental va de la mano con alternativas preventivas que se enfoquen a generar un beneficio económico y ambiental, las cuales, en el caso de los sectores productivos, pueden ser reconocidas por los clientes debido a la innovación o cambio realizado en el producto o proceso en sí, o no ser de conocimiento ante el público necesariamente; sino ser un ahorro económico interno latente ante la organización. En ambos casos, la gestión ambiental genera ventajas competitivas en el mercado, lo cual hace que la misma competitividad que se crea por las innovaciones realizadas siga en desarrollo y establezca una fuerza de cambio “ambientalmente responsable” de manera continua. Sin embargo, cabe aclarar que a pesar de la relación que existe entre estos dos temas, no siempre la gestión ambiental puede beneficiar de manera positiva hacia la competitividad empresarial en una organización, debido a que este tema va de la mano con muchos otros factores tales como, el tipo de negocio, el sector, el gobierno, entre otros, puesto que son factores que influyen en las condiciones de mercado e inciden en los resultados de las alternativas de gestión. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Normatividad:

Tabla Residuos Sólidos en Colombia

Ley 09 de 1979	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.
Resolución 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concreto y agregados sueltos de construcción.
Ley 142 de 1994	Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios
Documento CONPES 2750 de 1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.

Fuente: NORMATIVIDAD AMBIENTAL - UPME

Tabla Residuos Peligrosos en Colombia

Constitución nacional:	Art 79: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo
Constitución nacional:	Art 81: Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.
Ley 253 de 1996:	Movimientos fronterizos de desechos peligrosos.
Decreto 4741 de 2005:	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos.
Decreto 1609 del 2002:	Donde se estipulan las condiciones para el envasado, etiquetado y demás ítems concernientes a la presentación de residuos peligrosos.
Ley 430 DE 1998:	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 693 de 2007:	Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución Pos consumo de Plaguicidas.
Resolución 1402 17 de julio de 2006:	Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.

Resolución 1362 del 2007	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27° y 28° del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005
-------------------------------------	---

Fuente: Wilson Andrés Ortiz Coy, Pereira 2011

7. METODOLOGÍA

La metodología que constituyó el estudio es de tipo descriptivo puesto que se partió de una situación real, que en este caso es el diagnóstico actual de la empresa ante la generación de residuos, y se hizo un análisis con el fin de realizar una o más propuestas basadas en la Producción Más Limpia, con el propósito de solucionar la situación diagnosticada.

En este trabajo la metodología se verá dividida en 4 etapas descritas a continuación:

7.1. Fase I: Diagnóstico Preliminar

En esta etapa se utilizaron tres herramientas de diagnóstico principales, establecidas en el libro: Producción Más Limpia: paradigma de gestión ambiental de los autores Bart Van Hoof, Néstor Monroy y Alex Saer.

- a) Ecomapa: Comprende la identificación de las áreas potencialmente generadoras de residuos en Itacol S.A. Funza, a través de planos generales de todas las áreas de la empresa donde se plasmen los tipos y cantidad de residuos para cada zona.
- b) Ecobalance: Se refiere al reporte cuantitativo de las entradas (materia prima, insumos y recursos) y salidas (productos, subproductos y residuos) en los diferentes procesos establecidos para las áreas de mayor generación de residuos de la organización, estableciendo al final la eficiencia de cada proceso.

- c) Cuantificación de pérdidas: A partir de las dos herramientas anteriores se buscó analizar a nivel monetario las pérdidas que se generan en las áreas identificadas como de mayor relevancia debido a su alta generación del residuo respectivo.

7.2. Fase II: Evaluación de Impacto Ambiental de las Áreas Relevantes

En esta fase se buscó realizar una evaluación en términos de peligrosidad del impacto negativo de la generación de los residuos ya determinados como de mayor relevancia y generación en Italcol, por medio del uso de diagramas de riesgos y de un análisis CRETIP, a fin de establecer las posibles amenazas a nivel social y ambiental. En el diagrama de riesgos se elabora una gráfica por residuo identificado, en la cual se evidencia las vías de transporte del residuo hacia los diferentes recursos ambientales y hacia los seres vivos, con el fin de identificar los impactos ambientales negativos de la generación, manejo y disposición de los mismos. Por otra parte, el análisis CRETIP se plasma, en este caso, a través de la clasificación CEPIS/OPS que aplica a los residuos peligrosos.

7.3. Fase III: Establecimiento de Alternativas de Producción más Limpia

De acuerdo a los resultados arrojados en los diferentes pasos de las fases anteriores se diseñaron las alternativas hacia la minimización de residuos y prevención de impactos negativos, basados en Producción Más Limpia. Todo esto a través de revisión bibliográfica sobre alternativas de PML desarrolladas en distintas empresas: Red Capital de Bibliotecas Públicas de Bogotá BiblioRed, Centro de Documentación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, base de datos ScienceDirect, entre otros instrumentos, adicional a esto también se realizó consultas a expertos en el mismo tema, principalmente a los miembros del programa Red de Empresas Sostenibles RedES-CAR de la Universidad Piloto de Colombia.

7.4. Fase IV: Evaluación Monetaria de las Estrategias

Este análisis trata de medir los costos de las estrategias de Producción Más Limpia formuladas, el período de retorno de la posible inversión y la determinación del costo/beneficio a fin de saber la viabilidad económica de estas alternativas como soluciones a las problemáticas encontradas. Esta evaluación se realizó con base en la metodología que desarrolla actualmente RedES-CAR.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hace esencial mostrar una visión general de la empresa como resultado de las visitas preliminares a Itacol, realizadas antes del comienzo del desarrollo de la metodología establecida, con el fin de hacer más claro los resultados y su respectiva discusión.

8.1. Generalidades de Itacol

8.1.1. Ubicación y Descripción de la Zona

La planta de Itacol Funza se encuentra ubicada en el Km 13 Vía Occidente en el municipio de Funza Cundinamarca; en la zona se desarrollan actividades de tipo industrial, el predio limita con el Humedal Gualí en su parte posterior, se encuentra en inmediaciones del parque industrial San Carlos II y el barrio Martínez Rico, y en la parte del frente se encuentra la Vía de Occidente, la cual es la vía de acceso a la fábrica.

El área del predio es aproximadamente 48.384 m², en donde funcionan tres empresas externas a Itacol, avícola San Marino funciona como bodega de almacenamiento de huevos y oficinas, Aurofarma dedicada a la producción y distribución de productos farmacéuticos de uso veterinario e Inacar una empresa de diseño, construcción y soluciones inmobiliarias. (Grupo Asesor Ambiental y Civil LTDA, 2010)

Figura 2. Plano de localización de la empresa Itacol - Funza



Fuente: Imagen satelital. Google Earth.

La planta se encuentra ubicada en la Vereda el Hato, a 4°51'5" N y 74°11'37" O.

Para el año 2015 Italcol cuenta con un número total de empleados de 380, donde 230 son trabajadores directos de Italcol, 95 temporales y 55 coteros.

8.1.2. Proceso Productivo

La actividad principal es la elaboración de alimentos balanceados para animales, dividiéndose el proceso en las siguientes líneas de producción:

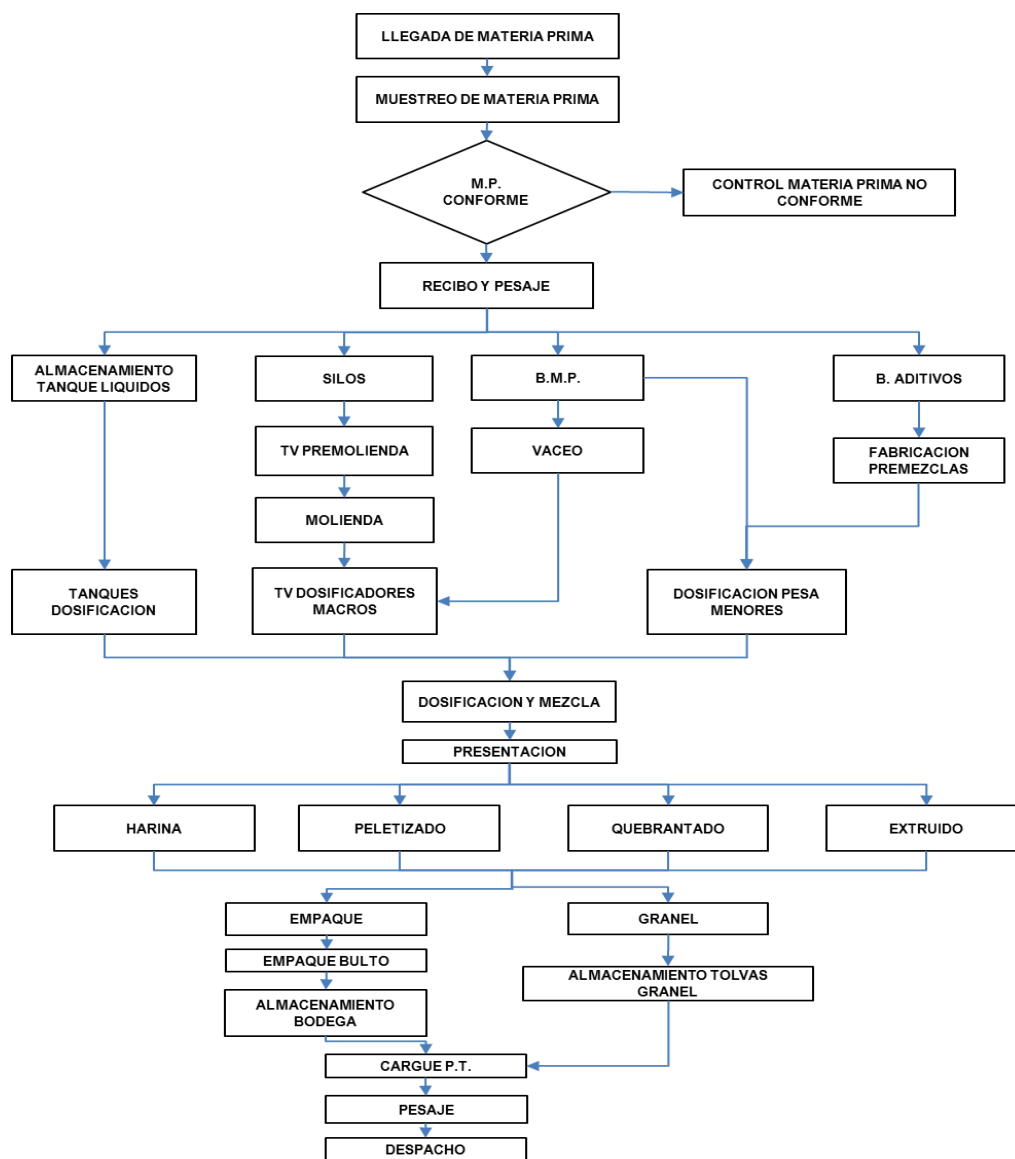
- Avicultura
- Ganadería
- Mascotas
- Equinos
- Porcicultura
- Acuicultura
- Sales mineralizadas.

Materias primas utilizadas

Se clasifican en 4:

- Granos: Maíz, Sorgo, Frijol Soya.
- Subproductos Vegetales: Procedentes de la Industria de Alimento Humano, Subproductos de Maíz, Subproductos de Trigo, Subproductos de Arroz, Subproductos de Oleaginosos.
- Subproductos de Origen Animal: Harinas de Pescado, Harinas de Carne de Bovino, Harinas de Pollo.
- Fuentes Minerales: Harinas de Hueso Calcinado, Fosfatos. (Italcol S.A. Planta Funza, 2009)

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso industrial de Itacol – Funza



Fuente: Itacol S.A. Funza, 2014, *Diagnóstico de Impactos Ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación y Corrección Establecidas*

8.2. Fase I: Diagnóstico Preliminar

8.2.1. Ecomapas

En observaciones preliminares que se realizaron en las instalaciones de Itacol – Funza, se identificaron los puntos de almacenamiento temporal de residuos por áreas, es decir, la distribución de los puntos ecológicos, las canecas de basura y el centro de acopio, por lo tanto, en esta etapa se procederá a la cuantificación de los residuos generados diariamente por zona a través de una jornada de pesaje de la basura generada en un día laboral. A partir de esta información, se realizarán varios ecomapas con el fin de identificar los puntos críticos de la generación de residuos sólidos y peligrosos en la empresa, dividiendo la planta de producción, el edificio administrativo, las bodegas y varias otras áreas en seis ecomapas en total con el propósito de mostrar más específicamente los puntos nombrados.

Con respecto a las convenciones de los ecomapas se definieron tres categorías: producción de residuos convencionales enviados a disposición final, producción de residuos reciclables y producción de residuos peligrosos, dado que actualmente Itacol genera tres tipos de residuos principales: residuos ordinarios, entregados a la empresa de aseo para su disposición en el relleno sanitario Mondoñedo, residuos reciclables tales como archivo, plegadiza, PET, cartón, plástico, empaque de segunda y barredura mala, entregados a una cooperativa de reciclaje y, el lodo proveniente de la PTARD, que también hace parte de esta categoría, es dado a la empresa Biolodos, por último, residuos peligrosos que son entregados directamente a diferentes empresas incineradoras de acuerdo al tipo de residuo. En consecuencia, los datos recolectados en el pesaje serán distribuidos en las tres categorías descritas.

Cabe resaltar, de la mano con lo anterior, que para el establecimiento de los rangos se hace necesario el uso, en cada uno de los tres grupos de datos, de las fórmulas estadísticas de media aritmética y desviación estándar para luego aplicar las tres siguientes fórmulas para la definición de los intervalos de los rangos y su respectiva calificación:

Rango de baja relevancia = $< \bar{x} + \sigma$

Rango de media relevancia = entre $(\bar{x} + \sigma)$ y $(\bar{x} + 2\sigma)$

Rango de alta relevancia = $> (\bar{x} + 2\sigma)$

Donde,

\bar{x} = Media aritmética (Promedio de los porcentajes de cada área)

σ = Desviación estándar

Fórmulas de media aritmética y desviación estándar utilizadas, respectivamente:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n}}$$

8.2.1.1. Especificaciones Generales de los Ecomapas

- I. En todas las tablas sobre la generación de residuos se observará el porcentaje que representa cada área, el cual fue calculado a partir de una regla de tres simple, tomando como 100% al total del residuo producido por todas las áreas de la categoría respecto al total del residuo por cada área (Ver *Tabla 1*).

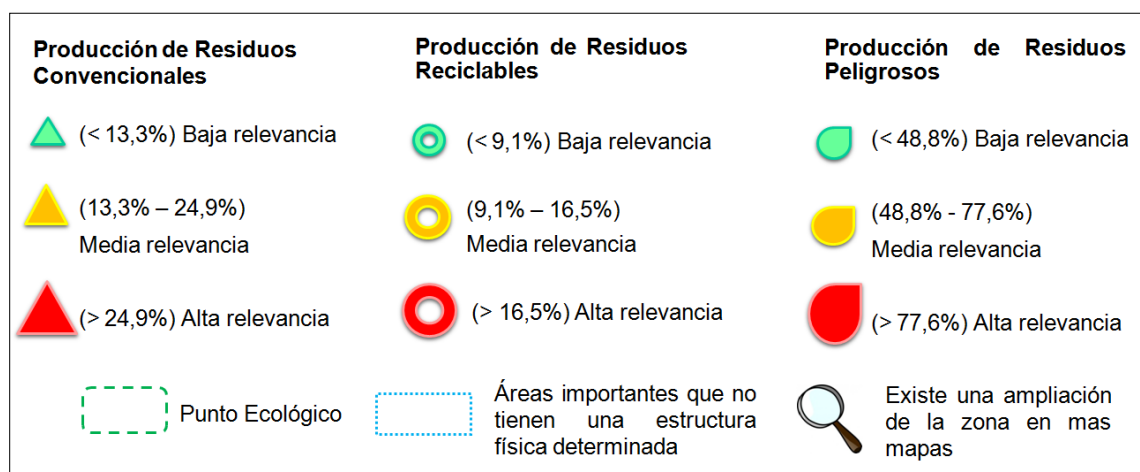
Tabla 1. Totales de los residuos por categoría (kg/día)

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD TOTAL (Kg/día)
Convencional	1730,6
Reciclable	1036,0
Peligroso	20,7
TOTAL	2787,3

Fuente: Elaboración propia

- II. A partir del conjunto de porcentajes de cada categoría de residuos y de las fórmulas nombradas anteriormente, se establece la relevancia, la cual define la importancia de cada área en los ecomapas. Ver ANEXO 1-4.
- III. La *Figura 4*, hace referencia al cuadro de las convenciones que aplica para todos los Ecomapas.

Figura 4. Convenciones de los ecomapas



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.2. Ecomapa Plano General

A continuación se muestran tres tablas con los datos en promedio recolectados para las áreas que hacen parte del plano general y a partir de las cuales se realizó el Ecomapa de esta zona.

Tabla 2. Generación de residuos convencionales del plano general

ÁREA	RESIDUOS (Kg/día)			%	Relevancia
	Ordinarios	Vidrio	TOTAL		
Aseguramiento de Calidad (Oficinas)	0,92	0,00	0,92	0,05	Baja
Punto Ecológico Aseguramiento de Calidad	1,19	0,50	1,69	0,10	Baja
Punto Ecológico Báscula Antigua	1,93	0,60	2,53	0,15	Baja
Punto Ecológico Cooperativa	12,77	1,16	13,92	0,80	Baja
Bodega Producto Terminado	3,45	0,00	3,45	0,20	Baja
Portería Entrada Itacol	0,17	0,00	0,17	0,01	Baja
Punto Ecológico Báscula Nueva	0,18	0,00	0,18	0,01	Baja
Entrada Itacol	3,32	0,00	3,32	0,19	Baja
Caneca Externa I	0,45	0,00	0,45	0,03	Baja
Caneca Externa II	4,05	0,00	4,05	0,23	Baja
Caneca Externa III	5,23	0,00	5,23	0,30	Baja

Casino	13,70	0,00	13,70	0,79	Baja
Punto Ecológico Casino	6,00	1,40	7,40	0,43	Baja
Sales	1,20	0,00	1,20	0,07	Baja
Bodega Impocoma	3,80	0,00	3,80	0,22	Baja
Bodega Varela	2,40	0,00	2,40	0,14	Baja
Bodega Mascotas	4,10	0,00	4,10	0,24	Baja
Bodega Premezclas	2,10	0,00	2,10	0,12	Baja
Aurofarma	5,60	0,00	5,60	0,32	Baja
Bodega Producto Terminado	1,20	0,00	1,20	0,07	Baja
San Marino	3,20	0,00	3,20	0,18	Baja
PTARD	1,50	0,00	1,50	0,09	Baja
TOTAL PLANO GENERAL			82,10	4,74	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Generación de residuos reciclables del plano general

ÁREA	RESIDUOS (Kg/día)				%	Relevancia
	Plástico	Papel	Lodos	TOTAL		
Aseguramiento de Calidad (Oficinas)	0,00	2,10	0,00	2,10	0,20	Baja
Punto Ecológico Aseguramiento de Calidad	0,30	0,50	0,00	0,80	0,08	Baja
Punto Ecológico Báscula Antigua	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	Baja
Punto Ecológico Cooperativa	2,49	13,04	0,00	15,53	1,51	Baja
Bodega Producto Terminado	0,76	0,00	0,00	0,76	0,07	Baja
Portería Entrada Itacol	0,09	0,12	0,00	0,21	0,02	Baja
Punto Ecológico Báscula Nueva	0,22	0,11	0,00	0,33	0,03	Baja
Entrada Itacol	0,44	0,00	0,00	0,44	0,04	Baja
Caneca Externa I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Caneca Externa II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Caneca Externa III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Casino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Punto Ecológico Casino	4,80	1,20	0,00	6,00	0,58	Baja
Sales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Bodega Impocoma	0,50	3,10	0,00	3,60	0,35	Baja
Bodega Varela	0,60	2,80	0,00	3,40	0,33	Baja
Bodega Mascotas	0,30	1,40	0,00	1,70	0,17	Baja
Bodega Premezclas	0,50	0,60	0,00	1,10	0,11	Baja
Aurofarma	0,50	4,40	0,00	4,90	0,48	Baja
Bodega Producto Terminado	0,08	0,00	0,00	0,08	0,01	Baja
San Marino	0,60	1,80	0,00	2,40	0,23	Baja

PTARD	0,00	0,00	33,33	33,33	3,24	Baja
TOTAL PLANO GENERAL				76,70	7,45	

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 4*, se encuentran todas las áreas generados de RESPEL de Itacol, por lo que la misma aplica para el desarrollo de los Ecomapas: Plano General, Planta de Producción y Edificio Administrativo.

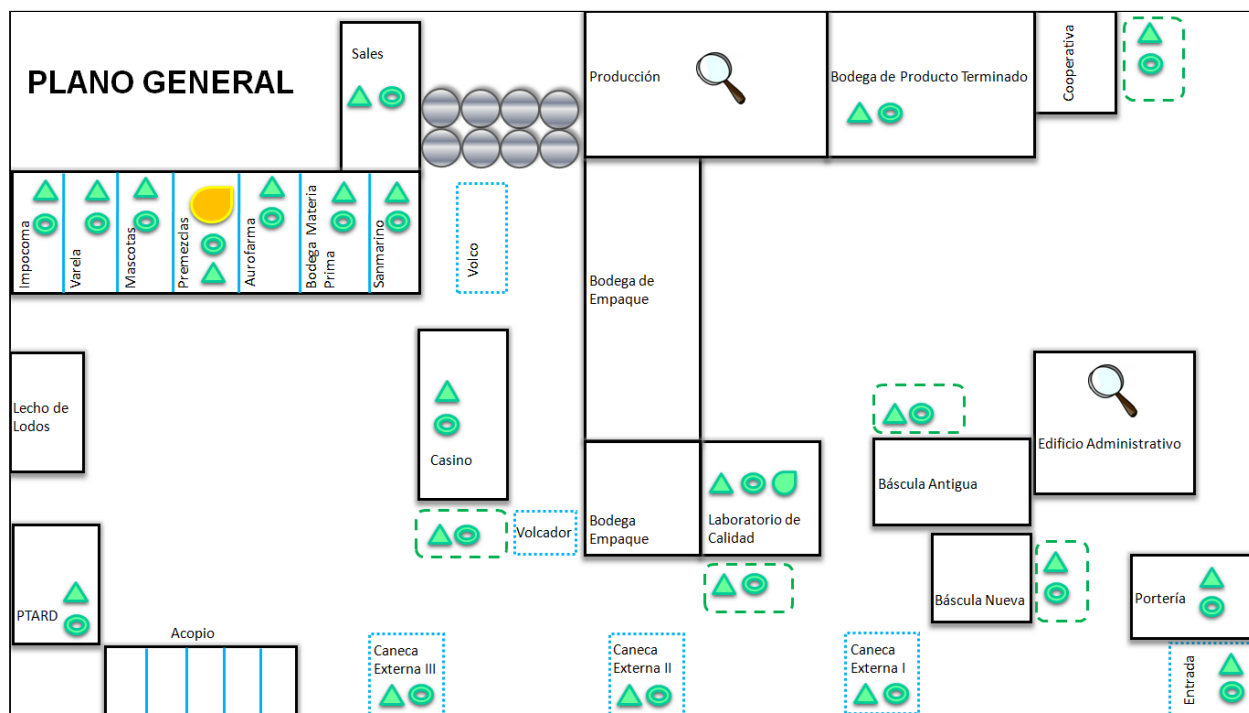
Tabla 4. Generación de residuos peligrosos Itacol - Funza

ÁREA	Residuos (Kg/día)	%	Relevancia
Premezclas	16,00	77,25	Media
Laboratorio Calidad	1,88	9,06	Baja
Gestión Humana	1,86	8,97	Baja
Mantenimiento	0,87	4,19	Baja
Compras	0,11	0,53	Baja
TOTAL	20,71	100	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Ecomapa 1 (*Figura 5*), se ubican todas las instalaciones de Itacol en forma general, las dos áreas de mayor tamaño, demarcadas con una lupa, están ampliadas en los ecomapas siguientes debido a la existencia de diferentes pisos en su estructura, por lo que este ecomapa se enfoca en las áreas más “externas” de la empresa tales como: entrada, zonas de básculas, laboratorios, zonas de comidas, bodegas y PTARD.

Figura 5. Ecomapa plano general Itacol - Funza



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.3. Ecomapas Planta de Producción

Para el desarrollo de estos ecomapas se tomaron los resultados de las dos siguientes tablas, que hacen referencia a la generación de residuos convencionales y reciclables de la Planta de Producción y adicional a esto la *Tabla 4. Generación de Residuos Peligrosos*.

Tabla 5. Generación de residuos convencionales de la planta de producción

Primer Piso			
ÁREA	RESIDUOS (Kg/día)	%	Relevancia
	Ordinarios		
Caldera	1577	91,13	Alta
Consola	0,01	0,00	Baja
Pesa Menor	0,00	0,00	Baja

Empaque	2,02	0,12	Baja
Control Proceso	0,12	0,01	Baja
Oficina de Producción	0,05	0,00	Baja
Baños/Pasillo	3,07	0,18	Baja
Taller de Mantenimiento	0,00	0,00	Baja
Vaceo	4,70	0,27	Baja
Extruder 2	7,80	0,45	Baja
TOTAL	1594,76	92,15	
Segundo Piso			
Peletizado	5,30	0,31	Baja
Tercer Piso			
Extruder 1	0,41	0,02	Baja
Cuarto Piso			
Tolvas	18,20	1,05	Baja
TOTAL PLANTA DE PRODUCCIÓN	1618,67	93,53	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Generación de residuos reciclables de la planta de producción

Primer Piso								
ÁREA	RESIDUOS (Kg/día)						%	Relevancia
	Plástico	Papel	Barredura mala	Empaque	Chatarra	TOTAL		
Caldera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Consola	0,10	0,13	0,00	0,00	0,00	0,23	0,02	Baja
Pesa Menor	0,00	0,00	0,00	407,60	0,00	407,60	39,61	Alta
Empaque	0,34	5,80	0,00	0,00	0,00	6,14	0,60	Baja
Control Proceso	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	Baja
Oficina de Producción	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	Baja
Baños/Pasillo	0,50	0,60	0,00	0,00	0,00	1,10	0,11	Baja
Taller de Mantenimiento	0,00	0,40	0,00	0,00	52,20	52,60	5,11	Baja
Vaceo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja
Extruder 2	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	0,65	Baja
TOTAL						474,51	46,11	

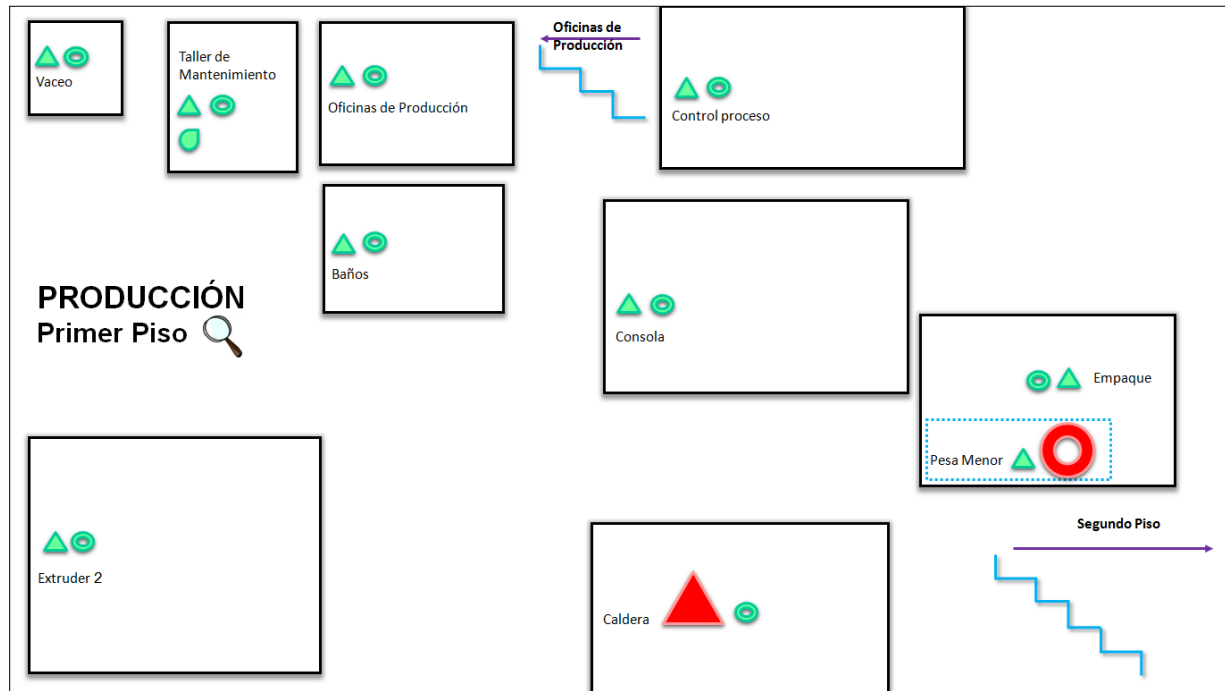
Segundo Piso								
Peletizado	3,40	0,00	447,00	0,00	0,00	450,40	43,77	Alta
Tercer Piso								
Extruder 1	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	Baja
Cuarto Piso								
Tolvas	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,05	Baja
TOTAL PLANTA DE PRODUCCIÓN						925,49	89,93	

Fuente: Elaboración propia

La planta de producción se clasificó en cuatro zonas principales que corresponden al número de pisos de la planta, con un total de dos ecomapas para toda esta área. En la primera zona, que corresponde al Ecomapa 2 (*Figura 6*), se localizan: la caldera, la consola, el cuarto del control de procesos, la zona de empaque y pesa menor, la máquina de extrudizado número dos, las oficinas de producción, el taller de mantenimiento, la zona de vaceo y los baños de toda la planta.

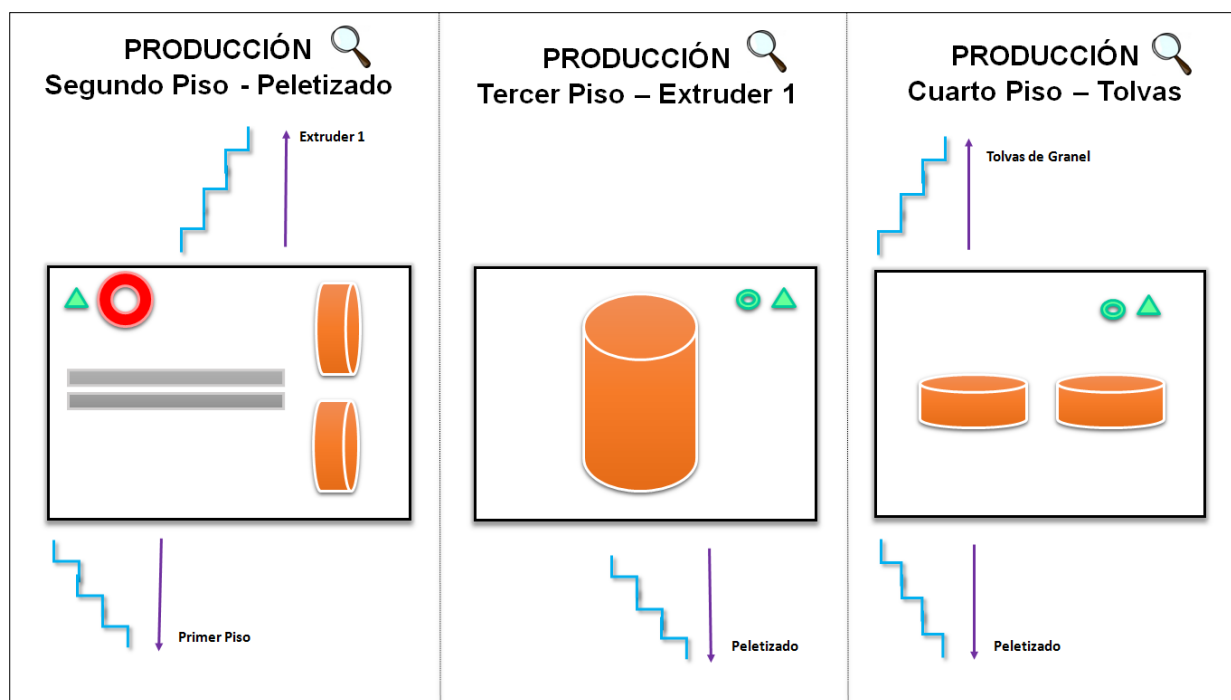
Al Ecomapa 3 (*Figura 7*), le corresponde: la segunda zona la cual hace referencia al proceso de peletizaje ubicado en el segundo piso de la planta, la tercera zona en la que se encuentra la máquina de extrudizado número uno y la cuarta zona en la que se ubican las tolvas.

Figura 6. Ecomapa I de la planta de producción



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Ecomapa II de la planta de producción



Fuente: Elaboración propia

8.2.1.4. Ecomapas Edificio Administrativo

De la misma forma que en el desarrollo de los ecomapas anteriores, se tomaron los resultados de las tablas de la generación de residuos convencionales y reciclables del Edificio Administrativo y la *Tabla 4. Generación de Residuos Peligrosos*.

Tabla 7. Generación de residuos convencionales del edificio administrativo

Primer Piso					
OFICINA	RESIDUOS (Kg/día)			%	Relevancia
	Ordinarios	Vidrio	TOTAL		
Gerencia Financiera	0,0	0,0	0,0	0,0	Baja
Asistente Gerencia Financiera	0,3	0,0	0,3	0,0	Baja
Gestión Humana	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Almacén	0,3	0,0	0,3	0,0	Baja
Gerencia de Ventas	0,2	0,0	0,2	0,0	Baja
Asistente de Gerencia de Ventas	0,7	0,0	0,7	0,0	Baja
Pasillo/Baños	5,3	1,3	6,6	0,4	Baja
Recepción	0,7	0,0	0,7	0,0	Baja
Compras	0,6	0,0	0,6	0,0	Baja
Facturación	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja

Tesorería	0,6	0,0	0,6	0,0	Baja
Venta de Materia Prima y Atención al Cliente	1,2	0,0	1,2	0,1	Baja
TOTAL			12,01	0,69	
Segundo Piso					
Gerencia General	0,2	0,0	0,2	0,0	Baja
Asistente Gerencia General	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Salud Ocupacional	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Sistemas	0,2	0,0	0,2	0,0	Baja
Pasillo/Baños	4,3	0,9	5,2	0,3	Baja
Materia Prima	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Sala de Juntas	0,1	0,0	0,1	0,0	Baja
TOTAL			6,9	0,4	
Tercer Piso					
Contabilidad I	0,9	0,0	0,9	0,1	Baja
Jefe de Contabilidad	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Contabilidad II	0,4	0,0	0,4	0,0	Baja
Contabilidad III	0,2	0,0	0,2	0,0	Baja
Pasillo/Baños	2,7	0,5	3,2	0,2	Baja
Cafetería	4,4	1,4	5,8	0,3	Baja
TOTAL			10,9	0,6	
TOTAL EDIFICIO ADMINISTRATIVO			29,81	1,72	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Generación de residuos reciclables del edificio administrativo

Primer Piso					
OFICINA	RESIDUOS (Kg/día)			%	Relevancia
	Papel	Plástico	TOTAL		
Gerencia Financiera	0,03	0,02	0,05	0,00	Baja
Asistente Gerencia Financiera	0,01	0,20	0,21	0,02	Baja
Gestión Humana	0,50	0,20	0,70	0,07	Baja
Almacén	0,50	0,40	0,90	0,09	Baja
Gerencia de Ventas	0,30	0,40	0,70	0,07	Baja
Asistente de Gerencia de Ventas	0,30	0,30	0,60	0,06	Baja

Pasillo/Baños	2,10	3,20	5,30	0,52	Baja
Recepción	0,50	0,45	0,95	0,09	Baja
Compras	0,80	0,50	1,30	0,13	Baja
Facturación	0,40	0,30	0,70	0,07	Baja
Tesorería	0,50	0,50	1,00	0,10	Baja
Venta de Materia Prima y Atención al Cliente	2,10	1,10	3,20	0,31	Baja
TOTAL			15,61	1,52	
Segundo Piso					
Gerencia General	0,20	0,10	0,30	0,03	Baja
Asistente Gerencia General	0,20	0,30	0,50	0,05	Baja
Salud Ocupacional	0,40	0,30	0,70	0,07	Baja
Sistemas	0,10	0,10	0,20	0,02	Baja
Pasillo/Baños	2,00	2,70	4,70	0,46	Baja
Materia Prima	0,60	0,20	0,80	0,08	Baja
Sala de Juntas	0,04	0,07	0,11	0,01	Baja
TOTAL			7,31	0,71	
Tercer Piso					
Contabilidad I	0,80	0,70	1,50	0,15	Baja
Jefe de Contabilidad	0,20	0,30	0,50	0,05	Baja
Contabilidad II	0,50	0,20	0,70	0,07	Baja
Contabilidad III	0,20	0,00	0,20	0,02	Baja
Pasillo/Baños	1,00	1,70	2,70	0,26	Baja
Cafetería	2,30	3,00	5,30	0,52	Baja
TOTAL			10,90	1,06	
TOTAL EDIFICIO ADMINISTRATIVO			33,82	3,29	

Fuente: Elaboración propia

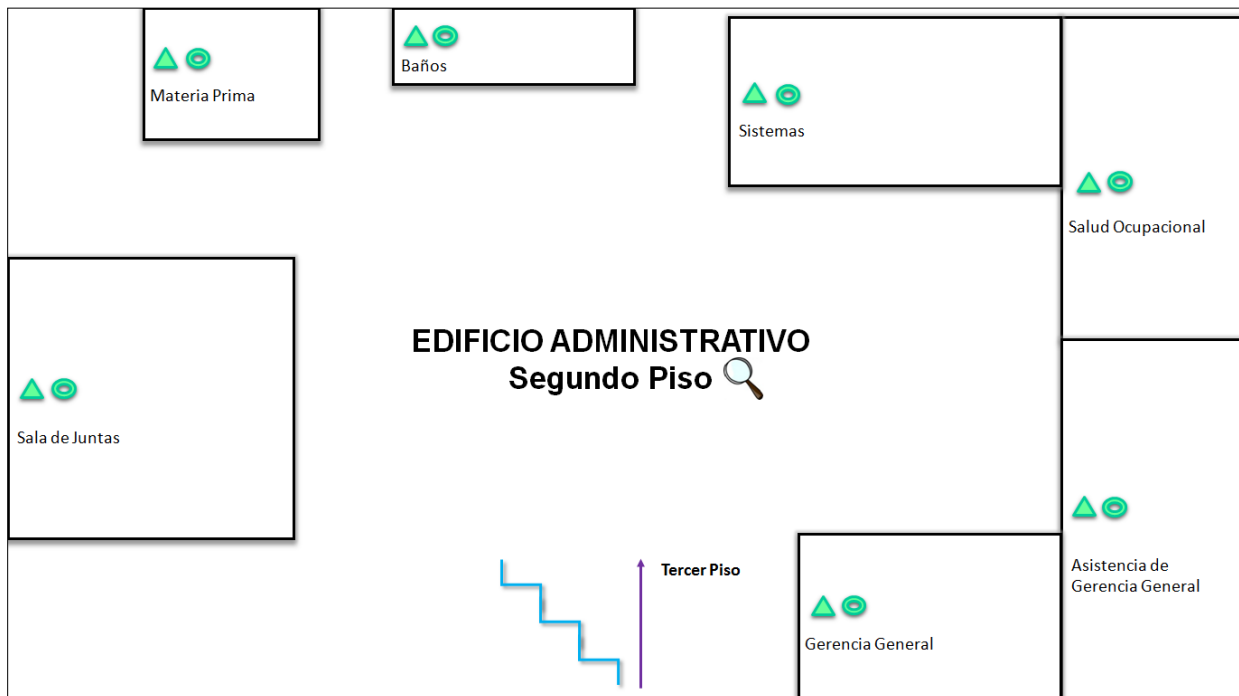
Esta área se dividió en tres zonas, correspondientes a tres ecomapas; para los cuales cada plano hace referencia a un piso. Para cada zona se identificó las oficinas pertenecientes y la ubicación de los baños.

Figura 8. Ecomapa I del edificio administrativo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Ecomapa II del edificio administrativo



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Ecomapa III del edificio administrativo



Fuente: Elaboración propia

Después de la presentación de estos resultados se puede concluir, por un lado, que en la categoría de residuos convencionales se ve como única área de alta relevancia a la zona de la caldera, representando un 91,13% del total de los residuos ordinarios producidos en todo Itacol. Dado que el combustible utilizado en la caldera, en este caso el carbón mineral, es el principal para el funcionamiento de toda la planta de producción, la generación de hollín y escoria de caldera resulta entonces como el residuo más significativo de la empresa con una producción aproximada diaria de 1577 kg/día a comparación de las otras áreas que pueden llegar a tener una generación máxima de 18 kg/día en promedio. Cabe resaltar que este residuo se consideró como ordinario debido a que la disposición final que le estaba dando Itacol en el momento de la recolección de datos era la entrega directa en el relleno sanitario y que se consideró como un solo residuo (escoria de caldera) puesto que era mezclado tanto la escoria como el hollín en el momento del cargue hacia su disposición final. Por otra parte, con respecto a la generación de residuos reciclables se vieron reflejadas dos áreas consideradas como de alta importancia: pesa menor y peletizado, ambas ubicadas dentro de la planta de producción.

En primer lugar, la zona de pesa menor representa un porcentaje de 39,6% en la generación de empaque de segunda; puesto que en la zona es donde se realiza el descargue de las materias primas que vienen empacadas en bolsas de polipropileno. En este caso el residuo, en el momento de las

visitas a la empresa, era utilizado para la elaboración de cabuya a través de una cooperativa de reciclaje.

Por otro lado, el proceso de peletizado es uno de los primordiales para la elaboración de la mayoría de las líneas de producción de la planta, en este proceso la mayor cantidad de materia prima es utilizada y mezclada y su funcionamiento es constante (24 horas al día, seis días a la semana), por esto se ve un resultado del 43,8% de la generación de barredura mala, es decir, del residuo que resulta de la barredura del alimento que ya ha sido contaminado con otros residuos tales como agua, polvo, barro, entre otros.

Es importante aclarar que las peletizadoras producen dos tipos de barredura, una buena, la cual es reprocesada y utilizada como materia prima por segunda vez y, la barredura mala, la cual es usada como alimento para cerdos por parte de uno de los hermanos del dueño de Italcol en la finca de su propiedad. Sin embargo, solo se considera como residuos a la barredura mala y como un subproducto a la barredura buena, siendo significativo resaltar que a esta última no se le lleva un control estricto en su generación.

Por último, se obtiene que dentro de Italcol existen cinco áreas generadoras de residuos peligrosos: mantenimiento, laboratorio de calidad, compras, gestión humana, y la bodega de premezclas, dentro de las cuales, esta última representa el 77,24% de la generación de este tipo de residuos. Este resultado puede deberse a que premezclas es un área cuyo funcionamiento va de la mano de la planta de producción. Dentro de esta bodega se realiza el proceso de dilución de insumos y a su vez es un área que sirve para almacenar los aditivos necesarios y los elaborados, que ya tienen las condiciones necesarias para la fabricación de los alimentos concentrados según sean las especificaciones del nutricionista.

Al manipular insumos que en su mayoría son fármacos y químicos, y al ser su “producción” proporcional a la de la planta de concentrado, los residuos peligrosos que generan están relacionados sobre todo con los empaques y los envases y su porcentaje es significativo.

8.2.2. Eco balances

A partir de la identificación de las áreas críticas resultantes de los ecomapas, se procede a la recolección de los datos de las entradas y salidas para cada uno de estos puntos, es decir, a la obtención y organización de las cantidades de materia prima, insumos y recursos (entradas) y de los

productos, subproductos y residuos (salidas), con el fin de calcular la eficiencia de los procesos en cada área y en consecuencia, obtener las áreas críticas aún de manera más específica.

Para el cálculo de la eficiencia se hará uso de la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{\sum(\text{Productos, Subproductos})}{\sum \text{Entradas}} * 100$$

Donde,

$\eta = \text{Eficiencia}$

8.2.2.1. Especificaciones Generales para los Ecobalances

- I. Al ser Itacol una empresa que hace parte de un sector muy competitivo, los datos de las materias primas y algunos insumos en las áreas de pesa menor y premezclas no fueron especificados, al ser esta una información confidencial para la competencia. Por esta razón, se establece la dosificación total de materias primas utilizadas para toda la producción, sin detallar el nombre de la materia prima ni la cantidad individual.
- II. En cuanto a los recursos que hacen parte de las entradas, el agua y la energía son mencionadas a manera informativa en el ANEXO 5 para las áreas en las cuales se dispone de este dato, puesto que solo se está manejando las materias primas y los residuos, en consecuencia estos recursos no se pueden ver reflejados como salida en los ecobalances.
- III. Cabe resaltar que en un principio la información recolectada de entradas y salidas para todos los procesos fue dada por diferentes supervisores según el área, pero al ser posteriormente presentados, tanto los datos como las eficiencias resultantes, ante los Jefes del Departamento Ambiental y el Jefe de Calidad de Itacol sede Funza, se evidenciaron errores en la información dada, por lo cual estas mismas directivas fueron los encargados de brindar nuevos datos para los Ecobalances. Como consecuencia, hubo un gasto mayor de tiempo debido al cambio en los resultados y sus respectivos análisis.
- IV. En los esquemas de los ecobalances se hace referencia a No determinados, los cuales representan la cantidad en kg/día faltante para equilibrar ambas partes (entradas y salidas).

8.2.2.2. *Ecobalance Caldera*

Aquí se establecerá la eficiencia térmica de la caldera, puesto que no se cuentan con datos congruentes de la entrada y salida del flujo de agua para poder hallar la eficiencia real del uso de los materiales que se emplean en el funcionamiento de esta misma.

En el caso de la eficiencia térmica es importante aclarar que en un principio la Jefe Corporativa del Área de Gestión Ambiental de Italcol S.A. dio la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{33465 \frac{BTU}{BHP/h} * BHP}{Q (\text{Consumo de Combustible}) * \text{Poder Calorífico } BTU/lb}$$

Donde,

BHP: Capacidad de la Caldera

Sugiriendo que se obtendría así un valor del 60% en entrevistas con ella, sin embargo, al emplear la fórmula con los datos conseguidos, mostrados en la *Tabla 9. Datos para la Eficiencia Térmica de la Caldera*, se observó que el resultado fue de 1,3 como se establece a continuación:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{33465 \frac{BTU}{BHP/h} * 500 \text{ BHP}}{Q (964lb/h) * 12538 \text{ BTU/lb}} = 1.3$$

Siendo este 1,3 un resultado irreal para la eficiencia de una caldera, la cual debería ser de un valor promedio entre 75% y 80% para calderas de carbón con parrilla móvil (THERMAL ENGINEERING LTDA, s.f.). De manera que se descartó esta fórmula y se prosiguió entonces a la búsqueda de una más precisa.

Tabla 9. Datos para la eficiencia térmica de la caldera

Datos Eficiencia	Valor	Unidades
Consumo Combustible Promedio	400	kg/h
BHP	500	

Poder Calorífico Bruto CR	12538	BTU/lb
Poder Calorífico Bruto BS	12914	BTU/lb

Fuente: Elaboración propia

Los datos establecidos en la *Tabla 9* fueron sacados del último Análisis Isocinético realizado a la Caldera de Itacol en el mes de Agosto de 2014 y del análisis a una muestra de carbón mineral del presente año como se observa en las *Tablas 10 y 11*.

Tabla 10. Características de la caldera de Itacol - Funza según el Isocinético 2014

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	CALDERA VR 500 BHP
Tipo de Caldera		Horizontal (Caldera Mixta)
Clase	—	—
Marca	—	VR Ingeniería
Capacidad	B.H.P.	500
Presión diseño	P.S.I.	200
Presión prueba	P.S.I.	—
Serie	—	T-338
Año de Fabricación	—	2008
No. De pasos	—	3
Tipo de alimentación	—	Manual
Combustible	—	Carbón
Equipo de Control Emisiones	Unidad	Ciclón
Horas Trabajo- día	Hora	24
Consumo de Combustible	Kg/día	10500
Días Trabajo- semana	Días	7

Fuente: COAMB, Colombia (2014). *Características de los Equipos – Análisis Isocinético Itacol-Funza*

Tabla 11. Características del carbón mineral según análisis próximo

Análisis	Método	Resultado	Unidad
Análisis Próximo - Base Seca (BS)		ASTM D7582-12	
Materia Volátil (BS)		38.13	% m/m
Ceniza (BS)		10.98	% m/m
Carbono Fijo (BS)		50.89	% m/m
Análisis Próximo - Como se Recibe (CR)		ASTM D7582-12	
Humedad Total		2.91	% m/m
Materia Volátil (CR)		37.02	% m/m
Ceniza (CR)		10.66	% m/m
Carbono Fijo (CR)		49.41	% m/m
Contenido total de azufre por XRF		S - XRF	
Contenido total de azufre CR		0.90	% m/m
Contenido total de azufre BS		0.93	% m/m
Índice de hinchamiento libre	ASTM D720-15	1.5	--
Poder calorífico bruto		ASTM D5865-13	
Poder calorífico bruto CR		29.16	MJ/kg
Poder calorífico bruto BS		30.04	MJ/kg
Poder calorífico bruto CR (kcal/kg)		6964.0	cal/g
Poder calorífico bruto BS (kcal/kg)		7174.0	cal/g
Poder calorífico bruto CR (BTU/lb)		12538.0	BTU/lb
Poder calorífico bruto BS (BTU/lb)		12914.0	BTU/lb

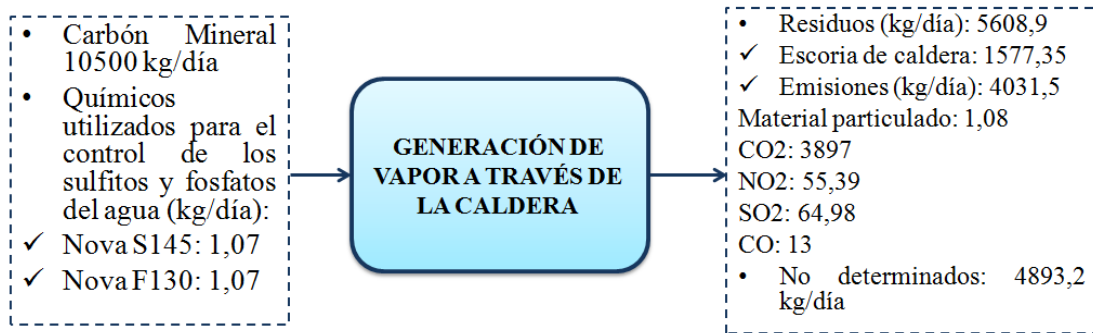
Fuente: COTECNA MINERAL S.A.S. (2015). *Análisis Próximo Muestra de Carbón Mineral de Italcol – Funza.*

En consultas a fin de encontrar la fórmula adecuada para esta eficiencia se identificó que este tipo de información es muy limitada en cuanto a la obtención de una formula en sí y las pocas encontradas corresponden a cálculos que se escapan de nuestro rango de ejercicio profesional, por lo cual se optó por herramientas de cálculo, tales como las calculadoras de eficiencia de calderas por Internet, que permiten la obtención de un dato aproximado para la toma de decisiones y las evaluaciones a nivel de pre-factibilidad. En este caso los datos que requiere la calculadora seleccionada fueron dados por la Jefe del Departamento de Gestión Ambiental y el Jefe de Mantenimiento.

Con referencia a la eficiencia de los materiales de la caldera, es de importancia mencionar que la caldera tiene un promedio al día de consumo de agua de 80 m³ y que la salida respectiva se reparte en dos valores, un 80% es vapor de agua y un 20% está en condensados y purgas. Este vapor de agua, según el Jefe de Mantenimiento, es de 99 m³/día, sin embargo, estos valores al ser analizados juntos no presentan una concordancia debido a que arrojan una eficiencia más allá del 100%. En consecuencia, no es posible realizar el cálculo de la eficiencia de materiales. Sin embargo, se podría establecer el Ecobalance de la caldera con los datos más pertinentes.

La *Figura 11* muestra las cantidades de entradas y salidas de la caldera.

Figura 11. Esquema de ecobalance de la caldera



Fuente: Elaboración propia

Los datos establecidos en el Esquema del Ecobalance (*Figura 11*) se presentan de manera más específica en las *Tablas 12 y 13* y se recolectaron de distintas fuentes. La escoria de la caldera fue obtenida del RUA del año 2014 sacando un promedio mensual, por lo cual el dato diario fue resultado de dividir el promedio en los días de funcionamiento de la caldera (26). Las emisiones en general se sacaron del Análisis Isocinético del 2014, véase *Tabla 14 y 15*, sin embargo, al encontrarse sus unidades, por un lado, en mg/m³ se procedió a multiplicar cada dato por el caudal de gases en condiciones estándar, el cual es de 184,81 m³/min y por último a realizar la conversión a kg/día. Por otro lado, los datos dados en % fueron multiplicados inicialmente por la densidad del gas (1,25 g/l) y después por el caudal de gases en condiciones estándar, finalizando con las conversiones para resultar en unidades de kg/día.

El carbón mineral consumido también se proporcionó con el Análisis Isocinético (*Tabla 10*) y los químicos utilizados para el control de sulfitos y fosfatos del agua de la caldera se establecieron en entrevistas con los calderistas de turno.

Tabla 12. Residuos para la eficiencia de materiales de la caldera

Residuos	Cantidad	Unidades	Conversión 1 (Cantidad)	Unidades	Conversión 2 (Cantidad)	Unidades
Escoria de Caldera	41011	kg/mes	1577,35	kg/día		
Emisiones Material Particulado	4,05	mg/m ³	748	mg/min	1,08	kg/día
Emisiones SO ₂	244,18	mg/m ³	45127	mg/min	64,98	kg/día
Emisiones NO ₂	208,16	mg/m ³	38470	mg/min	55,40	kg/día
Emisiones CO	0,05	%	12	g/min	13	kg/día
Emisiones CO ₂	7,8	%	2706	g/min	3897	kg/día
Total Residuos					5609	kg/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Entradas para la eficiencias de materiales de la caldera

Entradas	CANTIDAD (Kg)	
Insumos	Cantidad/Mes	Cantidad/Día
Carbón		10500
Nova S145	32	1,067
Nova F130	32	1,067
Total Insumos		10502

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Parámetros de control de emisiones

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDAD	CALDERA 500BHP Muestreo No.1	CALDERA 500BHP Muestreo No.2	CALDERA 500BHP Muestreo No.3	PROMEDIO	NORMA
		Corregido al 11 % O ₂	Corregido al 11 % O ₂	Corregido al 11 % O ₂	Corregido al 11 % O ₂	RESOLUCIÓN 909/2008
Material Particulado	mg/m ³	5,23	1,99	4,93	4,05	200
SO ₂	mg/m ³	291,18	268,62	172,75	244,18	500
NO ₂	mg/m ³	210,33	179,07	235,07	208,16	350

Fuente: COAMB, Colombia (2014). *Estándares de emisión, resultados y comparación con la norma– Análisis Isocinético Italcol- Funza*

Tabla 15. Análisis de gases de la caldera

ANÁLISIS DE GASES		P.M.	TOTAL
CO ₂	7,80%	44	3,43
O ₂	12,20%	32	3,90
CO	0,05%	28	0,01

Fuente: COAMB, Colombia (2014). *Análisis de Gases - Análisis Isocinético Italcol- Funza*

En cuanto a la eficiencia térmica se obtuvo que:

Figura 12. Cálculo de la eficiencia de la caldera

Eficiencia de la Caldera

Introducir Datos

Unidades: SI(bar)

Presión de la Caldera	200	psig
Temperatura del Agua de Alimentación a la Caldera	90	°C
Rango de Agua de Alimentación	1666,6	kg/h
Valor Calorífico del Combustible (Valor Bajo)	7287	kcal/kg
Consumo de Combustible	437,5	kg/h
Rango de Flujo Máximo de Agua de Alimentación	3750	kg/h

[Mostrar Opciones Avanzadas](#)

[Limpiar](#)

Resultados

Eficiencia de la Caldera	29,6586	%
Factor de Carga de la Caldera	44,4427	%

Fuente: TLV Compañía Especialista en Vapor. (2015). *Resultados de la Eficiencia de la Caldera*. Recuperado de <http://www.tlv.com/global/LA/calculator/boiler-efficiency.html#>

Figura 13. Fórmulas utilizadas para el cálculo de la eficiencia térmica de la caldera

Ecuacion(es)

$$\eta = \frac{(m_{fw} - m_b) \cdot (h_w + 0.98 \cdot \Delta H - h_{fw})}{m_{fl} \cdot H_f}$$

$$LF = 100 \frac{m_{fw} - m_b}{m_{fw \max}}$$

mb : Rango de Blow-down de la Caldera (Promedio) (kg/h)

mfw : Rango de Agua de Alimentación (kg/h)

Hf : Valor Calorífico del Combustible (Valor Bajo) (kJ/kg)

mfl : Consumo de Combustible (kg/h)

mfwmax : Rango de Flujo Máximo de Agua de Alimentación (kg/h)

η : Eficiencia de la Caldera (%)

LF : Factor de Carga de la Caldera (%)

ΔH : Calor latente del vapor (kJ/kg)

hw : Entalpía específica de agua saturada (kJ/kg)

hfw : Entalpía específica del agua de alimentación (kJ/kg)

Fuente: TLV Compañía Especialista en Vapor. (2015). *Ecuaciones para el cálculo de la Eficiencia*. Recuperado de <http://www.tlv.com/global/LA/calculator/boiler-efficiency.html#>

Se comenzará diciendo que las ineficiencias de las calderas en general están dadas principalmente por la producción de inquemados, los altos niveles de aire, factores de utilización, altas temperaturas de los gases de chimenea y altas emisiones (Amell, 2014). Por consiguiente, estableciendo que la caldera de carbón que emplea Itacol tiene una combustión incompleta, puesto que se producen residuos como la escoria, el hollín y las emisiones producto de una oxidación no completa del carbón, se podría atribuir esta baja eficiencia térmica arrojada, en un porcentaje relevante, a la producción de inquemados, los cuales representan una pérdida de potencia calorífica del combustible y dificultan la transmisión de calor de los gases al agua, incrementando las pérdidas de calor (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración ATECYR, 2007).

Por otra parte, este 29,6 % da a entender una ineficiencia significativa debido a que ni siquiera está dentro del valor bajo de eficiencia de una caldera a base de carbón la cual es del 60% (Empresa Colombiana de Carbón LTDA ECOCARBON, 1998). En efecto, siendo consecuentes con el hecho de que las calderas de gas tienen una eficiencia térmica mínima del 74% en promedio (Amell, 2014), se podría decir que existen alternativas con un porcentaje mínimo mayor de eficiencia y con las cuales se podría tomar una referencia para el establecimiento de alternativas.

Con respecto al esquema del Ecobalance (*Figura 11*) se podría analizar que en este caso, todo el material se vuelve residuo puesto que se convierte en escoria, hollín y emisiones atmosféricas. Adicionalmente sale el vapor de agua de la humedad del aire y del carbón, por ser un proceso de combustión, sin embargo, haría falta el análisis del agua que ingresa y sale como vapor (flujo del producto) por no contar con los datos, para que este análisis fuera más completo.

Por último, observando la elevada generación de escoria y hollín de la caldera, se puede establecer que su producción al día, 1577 kg, equivale a la generación de residuos de 1429 personas en promedio en Bogotá, cogiendo como dato base 0,32 kg de residuos sólidos/hab al día (UAESP Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos, 2011)

8.2.2.3. *Ecobalance Pesa Menor*

Para el cálculo de la eficiencia en esta zona se reunieron los datos de las cantidades generales en promedio de las materias primas que se manejan por turno al día y la cantidad diaria de la mezcla resultante en este proceso. Estos datos fueron proporcionados por uno de los supervisores del área de producción para el año 2015.

Tabla 16. Entradas pesa menor

ENTRADAS	CANTIDAD (kg/día)
Materias Primas	
Turno 1	90000
Turno 2	90000
Turno 3	45000
TOTAL	225000

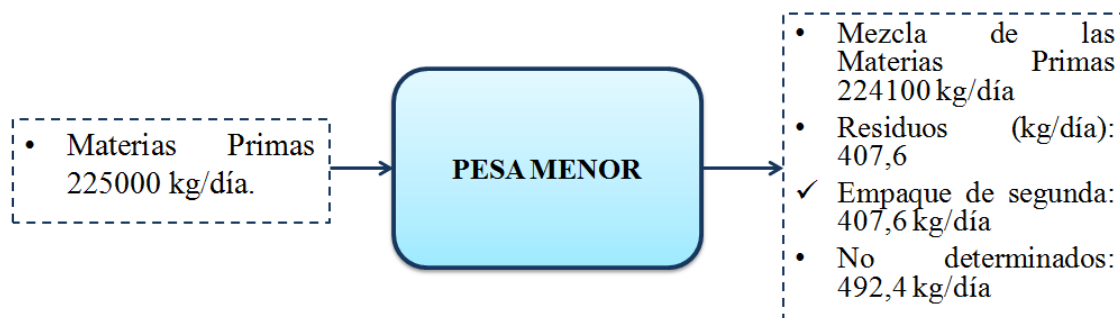
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Salidas pesa menor

SALIDAS	CANTIDAD (Kg/día)
Materia Primas Mezcladas	
	224100
Residuos	CANTIDAD (Kg)
	Cantidad/Día
Empaque	407,6
Total Residuos	407,6

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Esquema de ecobalance de pesa menor



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Eficiencia del proceso de Empaque} = \frac{\sum 224100}{\sum 225000} * 100 = 99,6\%$$

El alto porcentaje de eficiencia dado en esta área podría atribuirse a los pesajes que se realizan antes de vaciar la materia prima a la mezcladora, que va de acuerdo a las cantidades establecidas para cada producto, y en el momento en que la materia prima se encuentra dentro de la mezcladora, puesto que esta máquina posee una pesa interior. En consecuencia, los desperdicios de materia prima se ven reflejados en las mermas (alimento que se pega en la mezcladora), las cuales representan un porcentaje muy bajo al día.

Por otra parte, el porcentaje de ineficiencia se podría evidenciar también con la generación de residuos de empaque, lo cual se debe al descargue de la mayoría de materias primas, que vienen en una presentación por bulto, de las cuales los operarios disponen de ellas después del rompimiento de los sacos de su empaque. Este residuo al no ser reutilizado en el mismo proceso productivo de Itacol y al no ser evitada su generación, significa un porcentaje “importante” de ineficiencia.

8.2.2.4. *Ecobalance Peletizado*

El peletizado, siendo un proceso intermedio, no cuenta con un registro de la cantidad de las entradas, es decir las materias primas, debido a que en la etapa anterior ya han sido dosificadas para su mezcla parcial, ingresando entonces aquí la masa resultante del proceso mencionado pero sin un pesaje preliminar de esta. Por otra parte, los productos peletizados si son contabilizados, por lo cual se recopilaron los datos de Enero a Abril del presente año 2015 (Ver ANEXO 6), obteniendo entonces un promedio mensual de la cantidad de productos peletizados en total y, al dividirlos en el número de días de funcionamiento de las peletizadoras (26), se estableció un dato aproximado diario de estas cantidades como se observa en la *Tabla 18*. No obstante, al no contar con las cifras de las materias primas la eficiencia no puede ser calculada, haciéndose necesario solo especificar los datos conseguidos.

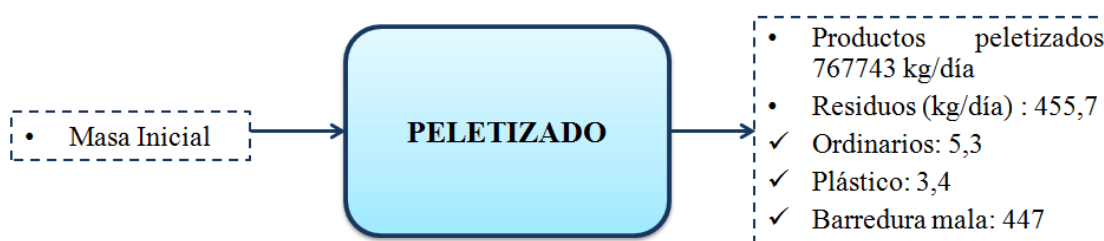
Tabla 18. Salidas área de peletizado

SALIDAS	CANTIDAD (Kg)
Producto Final	Cantidad/Día
Productos Peletizados en Total	767743

Residuos	CANTIDAD (Kg)
	Cantidad/Día
Ordinarios	5,3
Plástico	3,4
Barredura Mala	447
Total Residuos	455,7

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Esquema de ecobalance de peletizado



Fuente: Elaboración propia

Haciendo una comparación entre la producción del peletizado 19.961.320 kg/mes y la producción total de Italcol: 20.366.000 kg/mes según el reporte del RUA para el año 2014, se observa que la producción final del peletizado representa aproximadamente más del 60% de la producción total de Italcol. Por consiguiente, aunque se tuviera una eficiencia establecida y su resultado estuviera dentro de un porcentaje alto, la importancia probablemente reside en que este proceso es clave para la sostenibilidad económica de la empresa por la misma cantidad de producción final que representa, en consecuencia, el establecer mejoras podría ser un hecho factible y que a futuro traería beneficios notables, tal como se ve con Purina, empresa multinacional dedicada a la producción de concentrado animal, que desde el 2010 viene implementando un sistema para la disminución de pérdidas del alimento en el proceso productivo obteniendo para el 2013 una reducción del 11% y con ello una reducción de gastos económicos (Nestlé Purina, 2013).

8.2.2.5. Ecobalance Premezclas

La información solicitada en la zona de premezclas en cuanto a materia prima y los productos finales (premezclas elaboradas) es restringida y confidencial, por lo que solo se obtuvo un promedio mensual del total de la cantidad de las materias primas y de los productos terminados y con estos se calculó el promedio diario respectivamente dividiendo las dos cifras en el número de días de funcionamiento al mes de esta área (22), véase *Tabla 19* y *20*. Los insumos de este proceso, tales como los empaques y bobinas de hilo, también fueron sumados para el cálculo de la eficiencia.

Tabla 19. Entradas área de premezclas

ENTRADAS	CANTIDAD (Kg)
Materia Prima	Cantidad/Día
Materias Primas en Total	25000
Insumos	Cantidad/Día
Bolsa negra 40X70CM (Minerales)PX	27,671
Bolsa negra 40X50CM (PX-FUNZA)	7,042
Bolsa negra 51X70CM (Vitaminas)PX	18,409
Bolsa negra 55X80CM	41,798
Bolsa negra 60X95CM (Vitaminas)PX	13,009
Empaque blanco laminado 60X92	13,009
Empaque blanco laminado 55*80	41,798
Empaque blanco premezclas (PX)	17,804
Empaque camuflado premezclas	1,947
Empaque min pollo engorde 25KG	6,982
Empaque min ponedoras 25KG	3,491
Empaque min porcicultura 25KG	4,364
Empaque quality solution 50*72	6,371
Empaque quality solution 40*50	0,845
Empaque vit pollo engorde 25KG	4,145
Empaque vit ponedoras 20KG	0,835
Empaque vit porcicultura 25KG	1,745
Hilos para cosedora	0,082
Total Insumos	211,347
TOTAL ENTRADAS (Materia Prima e Insumos)	25211,35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Salidas área de premezclas

SALIDAS	CANTIDAD (Kg)
Producto Final Empacado	Cantidad/Día
Productos Empacados en Total	25209,55
Residuos	CANTIDAD (Kg)
	Cantidad/Día
Ordinarios	2,1
Plástico	0,5
Papel	0,6
RESPEL	16,1
Total Residuos	19,3

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Esquema de ecobalance del área de premezclas



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Eficiencia del proceso en premezclas} = \frac{\sum 25209,55}{\sum 25211,3} * 100 = 99\%$$

Para el caso de premezclas la ineficiencia del 1% se deduce de los residuos sólidos y peligrosos que de sus actividades se generan. Este tipo de residuos al ser el resultado de los productos que se manejan aquí, tales como vitaminas, nutrientes y otras sustancias químicas que hacen que el alimento concentrado cumpla con las características nutricionales requeridas, son los más significativos en esta área y no pueden ser devueltos a la producción por la peligrosidad que representan.

Para esta área se puede mencionar el ejemplo del Círculo de Empresas de la Panamericana Norte (CIRPAN) en Chile, en el cual 21 de sus empresas dedicadas cada una a diferentes actividades (producción de colorantes, proveedores de gas, fabricación de desinfectantes, entre otras), por medio de la implementación de Producción Más Limpia, lograron una reducción del 20,2% de los residuos

peligrosos, sin mencionar otros tipo de beneficios relacionados con la energía y el agua que en conjunto significó un ahorro de 330 millones en costos (hub sustentabilidad, 2013).

8.2.3. Cuantificación de Pérdidas y Ganancias

Según las áreas ya identificadas se realizó una cuantificación de los costos asumidos por Itacol asociados a la generación de los residuos según cada área, para lo cual se tomaron en cuenta aspectos como: el tratamiento, transporte y disposición, mano de obra, mantenimiento, no conformidades y paradas técnicas; todo esto relacionado con la gestión interna del residuo a tratar.

Esta cuantificación permite observar desde otro punto de vista las áreas que se han venido estudiando, no solamente desde la eficiencia a nivel del proceso sino también en cuanto a la parte económica que le representa a la empresa, teniendo con ello una referencia para avalar las alternativas que se propondrán posteriormente.

8.2.3.1. Especificaciones para la Cuantificación

- I. El costo total establecido en cada área representa pérdidas económicas para Itacol.
- II. Los costos que representan ingresos fueron restados para el cálculo del costo total en el área.
- III. Las No conformidades son tomadas como pérdidas resultado de rechazos, reparaciones o no uso de materias primas, insumos o productos.
- IV. Observando la *Tabla 21. Costo de las Fumigaciones por Área*, hay que resaltar por un lado que la fumigación es aplicada en el centro de acopio de los residuos, por otra parte, que solo se tendrán en cuenta los costos para empaque y barredura, puesto que las demás áreas son discriminadas por la baja relevancia que arrojaron desde la elaboración de los ecomapas y, por último, que los costos fueron establecidos a través de un costo general de las fumigaciones dado por el Jefe de Calidad: \$10.000/mes, frente al volumen manejado en el centro de acopio.
- V. Los datos incluidos para todos los residuos fueron obtenidos en entrevistas con: el Jefe de Mantenimiento, los responsables de cada área y del Centro de Acopio, la Jefe del Departamento de Gestión Ambiental y los supervisores de las áreas correspondientes.
- VI. El monto de los salarios fue multiplicado por el 1,5 correspondientes a la carga prestacional.

Tabla 21. Costos de las fumigaciones por área

FUMIGACIÓN POR VOLUMEN DE ÁREA			
ÁREA	Cantidad (Kg/Día)	Cantidad (Kg/Mes)	COSTO Fumigación (\$CO/Mes)
Residuos Convencionales (Basura)	153,60	3993,60	1345
Reciclaje	129,21	3359,43	1131
Empaque	407,60	10597,60	3569
Barredura	447,00	11622,00	3914
Respel	4,70	122,20	41
TOTAL		29694,83	10000

Fuente: Elaboración Propia

8.2.3.2. Cuantificación de Pérdidas y Ganancias del Hollín y la Escoria

En el momento de la recolección de datos para el establecimiento de la cuantificación de pérdidas y ganancias, en Itacol se comenzó a disponer de la escoria y el hollín por separado, razón por la cual a partir de este punto del trabajo estos dos residuos serán manejados individualmente.

Por otro lado, las no conformidades en este caso harían referencia a las paradas para el mantenimiento de la caldera, sin embargo, solo se cuenta con registros de los mantenimientos preventivos, es decir, los programados, mas no de los mantenimientos correctivos (esporádicos), siendo estos últimos los pertinentes para la cuantificación.

Tabla 22. Costos e ingresos asociados a la generación del hollín y la escoria

ASPECTO	Especificaciones		COSTO/Kg (Pesos)	Cantidad (Kg/Día)	Cantidad (Kg/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
Tratamiento del Residuo	Disposición del Hollín		730	500	13.000	9.490.000	113.880.000
	Disposición de la Escoria		31,4	1076,9	28.000	879.200	10.550.400
	Mantenimiento del Sistema de Filtros y Mangas de la Caldera		-	-	-	3.333.333	40.000.000
Mano de Obra	Salario del Calderista	COSTO (Pesos)	Horas Trabajadas/Mes	COSTO (Pesos/Hora Trabajada)	Horas Dedicadas al Hollín y Escoria /Mes	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
		1.302.000	224	5813	98	1.708.875	20.506.500

COSTO TOTAL		15.411.408	184.936.900
--------------------	--	-------------------	--------------------

Fuente: Elaboración Propia.

El cálculo arrojado total fue de \$184.936.900 anuales correspondiente a pérdidas económicas para Itacol.

8.2.3.3. *Cuantificación de Pérdidas y Ganancias del Residuo de Empaque*

A continuación se presenta la *Tabla 23* referente a los costos e ingresos asociados a la generación del residuo de empaque.

Tabla 23. Costos e ingresos asociados a la generación del residuo de empaque

ASPECTO	Especificaciones		COSTO/Kg (Pesos)	Cantidad (Kg/Día)	Cantidad (Kg/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
Tratamiento del Residuo	Ingreso para Itacol (Reciclaje del empaque)		40	407,6	10597,6	423.904	5.086.848
Mantenimiento	Fumigaciones		-	-	-	3569	42.828
Mano de Obra	Especificaciones	COSTO (Pesos)	Hras Trabajadas /Mes	COSTO (Pesos/ Hra Trabajada)	Hras Dedicadas al Empaque/ Mes	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
	Salario Encargado del Centro de Acopio	1.050.000	212	4953	24	118.868	1.426.415
	Salario Empacador	966.525	-	-	-	966.525	11.598.300
COSTO TOTAL						665.058	7.980.695

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo arrojado total en este caso fue de \$7.980.695 al año correspondiente a pérdidas económicas para Itacol.

8.2.3.4. *Cuantificación de Pérdidas y Ganancias de la Barredura Mala*

Sabiendo que la barredura mala representa materia prima que se perdió en el proceso, en la *Tabla 24* las no conformidades hacen referencia a estas pérdidas, razón por la cual se procedió a establecer un costo promedio de la materia prima. Sin embargo, al ser estos datos confidenciales para el público

Italcol no accedió a brindar esta información. En consecuencia, para el valor de las materias primas se establecieron las 11 más relevantes en el proceso y a través de las páginas oficiales de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia FENAVI y la Bolsa Mercantil de Colombia BMC se fijó un costo promedio (Véase *Tabla 25*).

Tabla 24. Costos e ingresos asociados a la generación de barredura mala

ASPECTO	Especificaciones		COSTO/Kg (Pesos)	Cantidad (Kg/Día)	Cantidad (Kg/Mes)	COSTO TOTAL Mes	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
Tratamiento del Residuo	Ingreso para Italcol (Costo asumido por la Finca que se lleva la barredura mala)		80	447	11.622	929.760	11.157.120
No Conformes	Costo Promedio de la Materia Prima		1287	447	11.622	14.957.514	179.490.168
Mantenimiento	Fumigaciones		-	-	-	3914	46.968
Mano de Obra	Especificaciones	COSTO (Pesos)	Hras Trabajadas /Mes	COSTO (Pesos/Hra Trabajada)	Hras Dedicadas a la Barredura/ Mes	COSTO TOTAL Mes	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
	Salario del Encargado del Centro de Acopio	1.050.000	212	4953	36	178.302	2.139.623
	Salario Encargado del Aseo	1.500.000	190	7895	8	63.158	757.895
COSTO TOTAL						14.273.128	171.277.533

Fuente: Elaboración Propia

Con estos datos se estableció un costo total de \$171.277.533 anuales en pérdidas económicas para la empresa.

Tabla 25. Costo de las materias primas planta de producción

Materia Prima	Costo Promedio (Pesos/Kg)
Maíz Importado	710
Torta de Soya	1385
Salvado de Trigo	620
Sebo	2310
Aceite de Palma	2210
Frijol Soya	1220
Torta de Palmiste	530
Harina de Carne	1330
Harina de Hueso	1207

Harina de Pescado	2200
Melaza	430
Costo Promedio	1287

Fuente: Elaboración Propia

8.2.3.5. *Cuantificación de Pérdidas y Ganancias de los Residuos Peligrosos Provenientes de Premezclas*

La *Tabla 27* establece tres tipos de no conformidades, la primera está asociada a la pérdida de materia prima resultado del residuo dado por el descarte de contra muestras y materia prima degradada y los dos siguientes relacionados con la pérdida económica dada por la compra de guantes y cartuchos respiradores. Para el establecimiento de los costos de la primera no conformidad de la tabla nombrada, se obtuvieron los datos de los costos promedios de las seis materias primas principales que generan RESPEL, sin embargo, no se especificaron sus nombres por motivos de confidencialidad como se observa en la *Tabla 26*, por otro lado, los costos de los guantes y cartuchos respiradores se adquirieron a través del sistema de compras de Italcol.

Tabla 26. Costos de las materias primas de premezclas

Materia Prima	COSTO (Pesos/kg)
Materia Prima 1	1050
Materia Prima 2	630
Materia Prima 3	750
Materia Prima 4	2200
Materia Prima 5	1500
Materia Prima 6	1120
COSTO PROMEDIO	1208

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27. Costos e ingresos asociados a la generación de RESPEL provenientes del área de premezclas

ASPECTO	Especificaciones	COSTO (Pesos/Kg)	Cantidad (Kg/Día)	Cantidad (Kg/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
----------------	-------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	--	--

Tratamiento del Residuo	Incineración del Residuo		1500	16	416	624.000	7.488.000
No Conformes	Costo Promedio de la Materia Prima		1208	5,9	154,17	186.237	2.234.848
	Costo Guantes		-	-	-	179.635	2.155.620
	Costo Cartuchos Respiradores		-	-	-	51.867	622.404
Mano de Obra	Especificaciones	COSTO (Pesos)	Horas Trabajadas/Mes	COSTO (Pesos/Hora Trabajada)	Horas Dedicadas al RESPEL/Mes	COSTO TOTAL (Pesos/Mes)	COSTO TOTAL (Pesos/Año)
	Salario del Operario	1.200.000	220	5455	16	87.273	1.047.273
COSTO TOTAL						1.129.012	13.548.145

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de esta información se estableció un costo total de \$13.548.145 al año en pérdidas económicas para la empresa.

8.2.3.6. *Análisis General de la Cuantificación de Pérdidas y Ganancias*

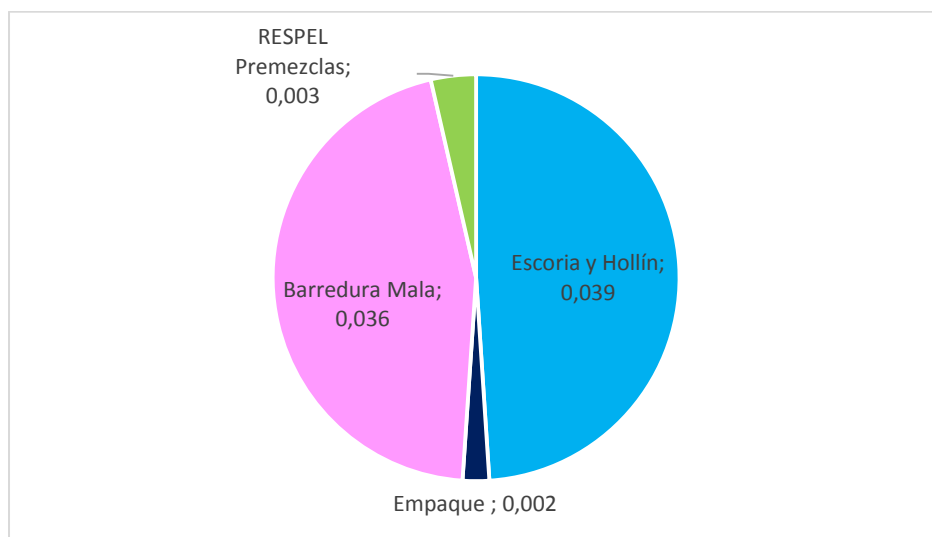
Con el fin de mostrar la importancia de la cuantificación de pérdidas y ganancias realizada anteriormente; se elaboró una gráfica circular (*Figura 17*) a partir de los costos totales anuales de la generación de cada residuo frente al ingreso operacional de Itacol para el año 2014, el cual fue de: \$474.000.213.000 (El País, 2014). La *Tabla 28* muestra el porcentaje que representan los costos de los mismos, frente al ingreso operacional mencionado.

Tabla 28. Porcentaje de representación de los costos de cada residuo frente a los ingresos operacionales de Itacol - Funza

RESIDUO	COSTO TOTAL (pesos)	% frente a Ingresos Operacionales
Escoria y Hollín	184936900	0,039
Empaque	7980695	0,002
Barredura Mala	171277533	0,036
RESPEL Premezclas	13548145	0,003
TOTAL	377743273	0,079

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 17. Gráfica del porcentaje de representación de los costos de cada residuo frente a los ingresos operacionales de Itacol - Funza



Fuente: Elaboración Propia.

Observando la gráfica anterior se deduce que los residuos en conjunto no representan un porcentaje relevante frente a los ingresos operacionales de Itacol. Esto podría verse reflejado en la eficiencia de los procesos, en donde el área de la caldera fue la única que arrojó una eficiencia baja, por otro lado, al estar hablando de ingresos de miles de millones de pesos; el hecho de obtener un porcentaje significativo en este caso, hubiera hecho notable la urgencia en la mejora de la gestión del residuo respectivo con anticipación al trabajo desarrollado. Sin embargo, aunque este panorama podría disminuir la importancia en el diseño de alternativas de PML en la gestión de los residuos de estas áreas para la organización, cabe resaltar que estas conllevan también beneficios ambientales y sociales a nivel externo e interno de la empresa.

8.3. Fase II: Evaluación de Impacto Ambiental de las Áreas Relevantes

Se comenzará estableciendo que los residuos que se analizarán en esta parte son clasificados en dos grupos generales, residuos sólidos provenientes de las áreas de pesa menor, peletizado y la caldera y, residuos peligrosos producto del funcionamiento del área de premezclas.

Residuos tales como el empaque que no se puede reutilizar en la actividad productiva de Itacol y la barredura mala, son categorizados dentro de los residuos sólidos debido a que no pertenecen a ninguna de las categorías RESPEL de los Anexos correspondientes según el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. En consecuencia, se realizará una ficha donde se muestre un diagrama que presente gráficamente la posible liberación, sin controles operacionales, del residuo al ambiente y se describirán las características de riesgo relacionadas con la salud y el ambiente, según sea el caso.

En cuanto al hollín y escoria de la caldera, aunque hace menos de dos años eran considerados como residuos peligrosos, para el año 2014 la organización Environmental Protection Agency EPA *“publicó una regla final para regular la eliminación de los residuos de combustión de carbón (CCR) como desechos sólidos bajo el subtítulo D de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA)”* estableciendo medidas para su manejo. (Environmental Protection Agency , 2015). Por esta razón no serán considerados como residuos peligrosos sino como residuos sólidos y por lo tanto se desarrollará su evaluación de la misma manera que los otros residuos sólidos mencionados anteriormente.

Por otro lado, el área de premezclas produce en promedio siete tipos de residuos peligrosos que hacen parte de dos corrientes principales según el Convenio de Basilea: A4140 y A4130, por lo cual para su análisis además de que en la ficha se incluyan el diagrama y los riesgos socio ambientales también se establecerá su clasificación según el listado del programa RESPEL de CEPIS/OPS.

8.3.1. Especificaciones para los Diagramas de Transporte de Residuos que se incluyen en las Fichas de Evaluación Ambiental

- I. Los diagramas de transporte de los residuos para ambos grupos han sido elaborados con base en la Guía para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial del año 2007.
- II. Con un diagrama de transporte de residuos se pretende *“identificar las rutas por las que se liberan los contaminantes al medio ambiente, su distribución y transformaciones posteriores, y las vías por las que alcanzan a los organismos vivos”* (Ministerio de Ambiente, Vivienda y

Desarrollo Territorial, 2007). Con base en este concepto es que se desarrollaran los diagramas para cada tipo residuo.

8.3.2. Fichas de Evaluación Ambiental de los Residuos de las Áreas Relevantes

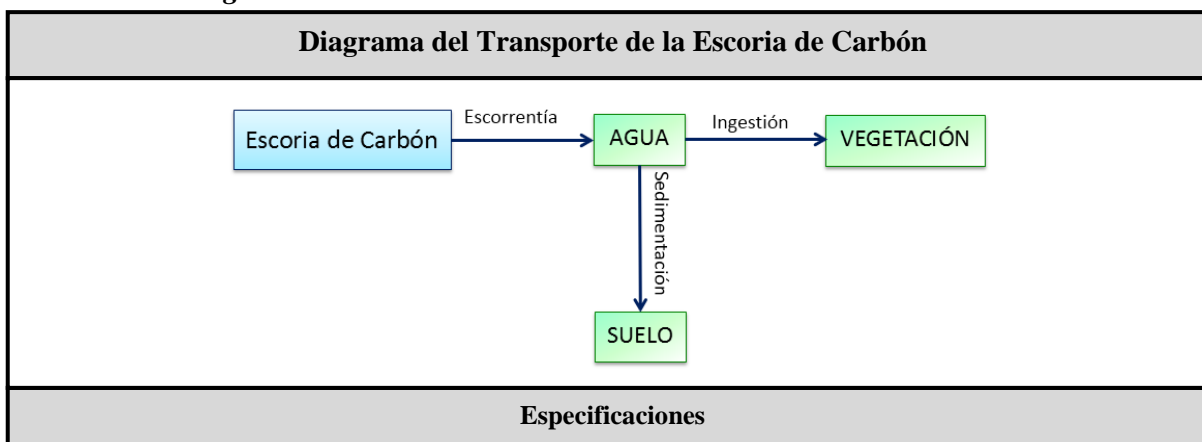
8.3.2.1. *Ficha de Evaluación Ambiental de la Escoria de la Caldera*

La escoria de la caldera y el hollín eran mezclados a la hora del cargue hacia su disposición final, sin embargo, en la última visita que se realizó la empresa comenzó a disponer de estos residuos por separado. La escoria es entregada ahora a una persona, que según entrevistas con el Jefe de Mantenimiento, la utiliza como una de las materias primas para la elaboración de filtros y canchas sintéticas. El hollín por su parte se entregó a Ecoindustria, empresa de la cual aún se desconoce la disposición que le da al residuo.

En consecuencia se realizarán dos fichas, una correspondiente a la escoria, debido a que se discriminarán a los filtros y canchas sintéticas puesto que la escoria representa solo un pequeño porcentaje de la composición de estos elementos y, la otra ficha corresponde al hollín.

Es importante destacar que el almacenamiento de la escoria y el hollín se encuentra al lado de la caldera, donde se empaican en bolsas de basura negra y se encuentran sin protección alguna a factores externos, por esta razón, en las visitas realizadas a Italcol, continuamente se evidenciaron pozos de la mezcla de agua de lluvia y escoria, los cuales, por escorrentía, caen a la canaleta que conduce al vertimiento de la EMMAF. Adicional a ello, también se vio en varias ocasiones nubes negras del mismo hollín.

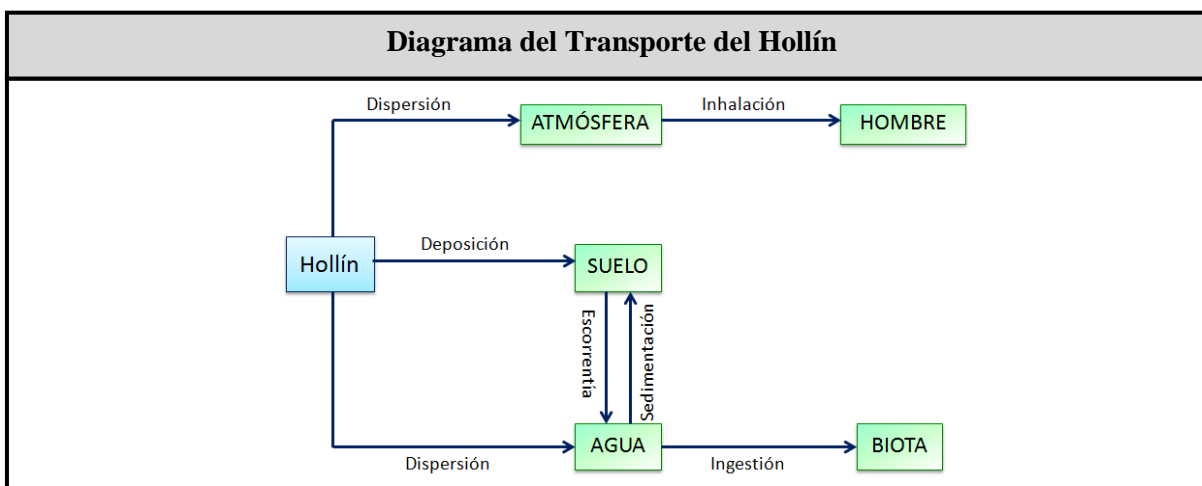
Figura 18. Ficha de evaluación ambiental de la escoria de carbón



Al no verse un almacenamiento directo del residuo en el suelo, pues la escoria se encuentra sobre el piso de la empresa, este recurso se excluyó como vía directa.		
Recurso Afectado	Posibles Efectos	
Agua		Contaminación del agua debido a su exposición a la intemperie.
	Modificación de las propiedades del suelo, puesto que dependiendo de la concentración en el recurso se pueden producir encharcamientos, la disminución de retención de humedad o cambios en el pH (Calderón & Cevallos, 2001).	
Biota	La mezcla de los componentes de la escoria con el agua podría ser absorbida por la vegetación, la cual, según su concentración en la planta, manifestaría alteraciones en la fijación de fósforo o presentaría excesos de boro (Calderón & Cevallos, 2001).	

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Ficha de evaluación ambiental del hollín



Especificaciones		
Aunque el agua podría verse afectada por el hollín, a través de la dispersión en el aire, aún se desconocen los impactos de este residuo sobre el recurso y en consecuencia su efecto hacia la biota.		
Recurso Afectado	Posibles Efectos	
Aire	Aumento del material particulado (hollín). Según estudios de la NASA en el año 2013 se comprobó que: “El carbono negro es la partícula atmosférica más fuerte capaz de absorber luz solar” (NASA, 2013). Por lo que se también se podría hablar de cambios climáticos.	
	Suelo	Se desconocen los efectos negativos, sin embargo, una vez este material en la superficie podría volver a ser dispersado por el acción del viento.
Humano	En un estudio de la OMS se establece que las partículas del hollín se penetran en los pulmones directamente aumentando el riesgo de padecer enfermedades pulmonares (Organización Mundial de la Salud, 2014).	

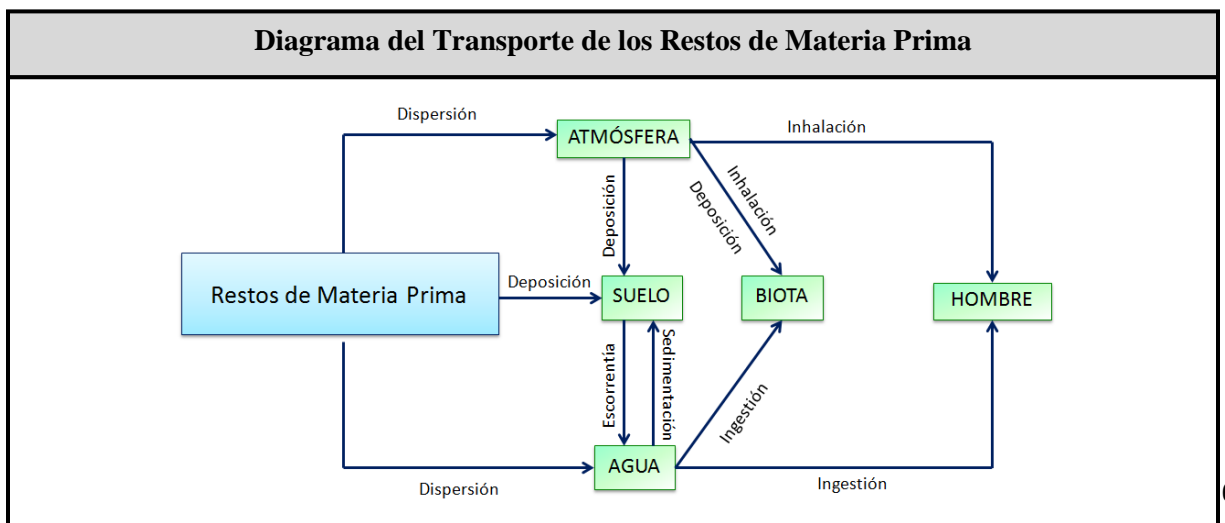
Fuente: Elaboración propia

8.3.2.2. *Fichas de Evaluación Ambiental del Residuo de Empaque*

El empaque utilizado por Itacol está hecho de polipropileno y es considerado un empaque de segunda, es decir, un residuo, en el momento en que este ha sido abierto y haya estado en contacto con las materias primas.

Como se mencionaba en un principio, el empaque de segunda es reciclado, sin embargo, esta actividad no la realiza directamente la empresa sino que este residuo es comprado por una cooperativa que sirve de intermediaria y es encargada de comprar el empaque y limpiarlo para que otra organización lo utilice en la elaboración de cabuya (zunchos). Por esta razón se han identificado dos contaminantes, por un lado los restos de la materia prima que queda en el empaque y, por otro, el residuo de la cabuya resultante.

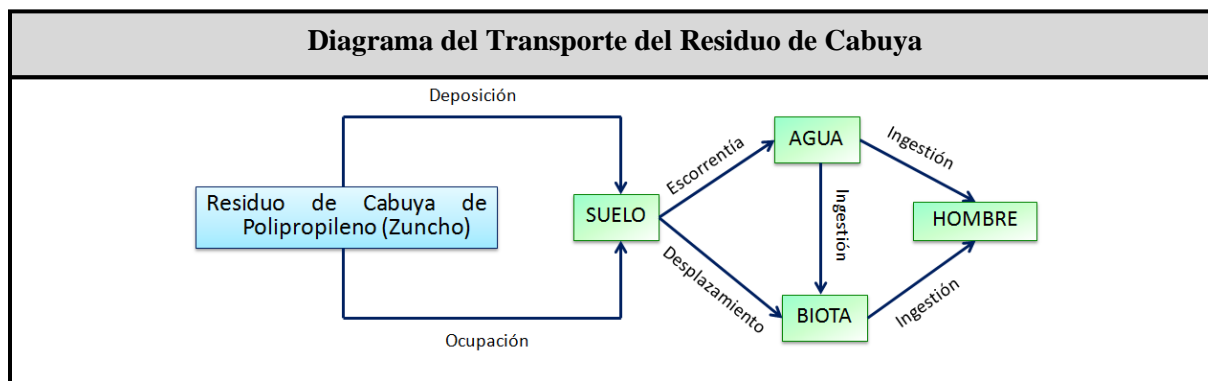
Figura 20. Ficha de evaluación ambiental de los restos de materia prima



Especificaciones		
<p>- Dispersión al recurso agua: Dada en el momento del cargue puesto que existe una canal situada entre el centro de acopio y el lugar donde se ubican los camiones, o por la limpieza del empaque, de la cual se desconoce el método y el lugar donde se haría el vertimiento del agua “contaminada” resultante.</p>		
Recurso Afectado	Posibles Efectos	
Agua		Los restos de materia orgánica facilitan la proliferación de algas, haciendo que la descomposición de las mismas se disminuya la cantidad de oxígeno disuelto, deteriorando la calidad del agua, quedando no apta como ecosistema ni para consumo humano. Este impacto también es conocido con el nombre de Eutrofización. (Albentosa, 1979; Martínez, 2012)
Aire	Aumento de material particulado, pudiendo muy posiblemente ser transportado a grandes distancias a través del viento y teniendo probables consecuencias sobre microclimas, puesto que según (Albentosa, 1979): “las partículas sólidas, absorben o reflejan parte de la radiación solar y se comportan como elementos <<enfriadores>>”.	
Suelo	Se desconocen los efectos negativos que tiene este tipo de residuo directamente en el suelo, sin embargo, una vez este material este en la superficie podría volver a ser dispersado por el aire.	
Biota	El efecto principal se desarrolla en la vegetación debido a que el material particulado reduce el proceso de fotosíntesis, bloqueando los poros de las plantas y restringiendo la absorción de CO ₂ y el paso de la luz (Jaramillo F. , 2001).	
Humano	Según La Organización Mundial para la Salud (OMS) la exposición a corto y largo plazo del material particulado tiene efectos directos en la salud humana, a un largo plazo hay más probabilidades de desarrollar enfermedades cardiovasculares y a un corto plazo existe una incidencia directa en desmejorar el estado de las personas con enfermedades respiratorias ya existentes. (Organización Mundial de la Salud, 2012)	

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Ficha de evaluación ambiental del residuo de cabuya



Recurso Afectado	Posibles Efectos	
Agua	Una sola molécula de micro plástico puede absorber millones de tóxicos que se encuentren dentro del agua, y estas pueden estancarse en el recurso y aumentar su número debido a que las plantas de tratamiento no pueden retenerlas por el tamaño de cada partícula. Como resultado se daría una contaminación “desconocida” del recurso (The Story of Stuff Project, 2015).	
	Suelo	Ocupación del suelo, esto debido al volumen que puede representar la cabuya relleno sanitario a futuro. A través de la degradación del polipropileno presente en el residuo de la cabuya quedarían micro moléculas de plástico que podrían drenarse a aguas subterráneas (Lohse-Hanson, Skuta, & Kessler, 2014)
Biota	Con la ocupación del suelo se daría un desplazamiento de la biota para el espacio de la disposición final de la misma y con ello una fragmentación del ecosistema. Por otro lado, las especies marinas son las más propensas a la acumulación de la mezcla de micro moléculas de plástico y contaminantes tóxicos en sus tejidos, sin embargo, en la actualidad solo se conoce que el estrés es uno de los efectos directos de ello en la especie. (Rochman, Hoh, Kurobe, & Teh, 2013)	
Humano	Exposición a diferentes tipos de contaminantes tóxicos con la ingestión de especies marinas primordialmente (The Story of Stuff Project, 2015).	

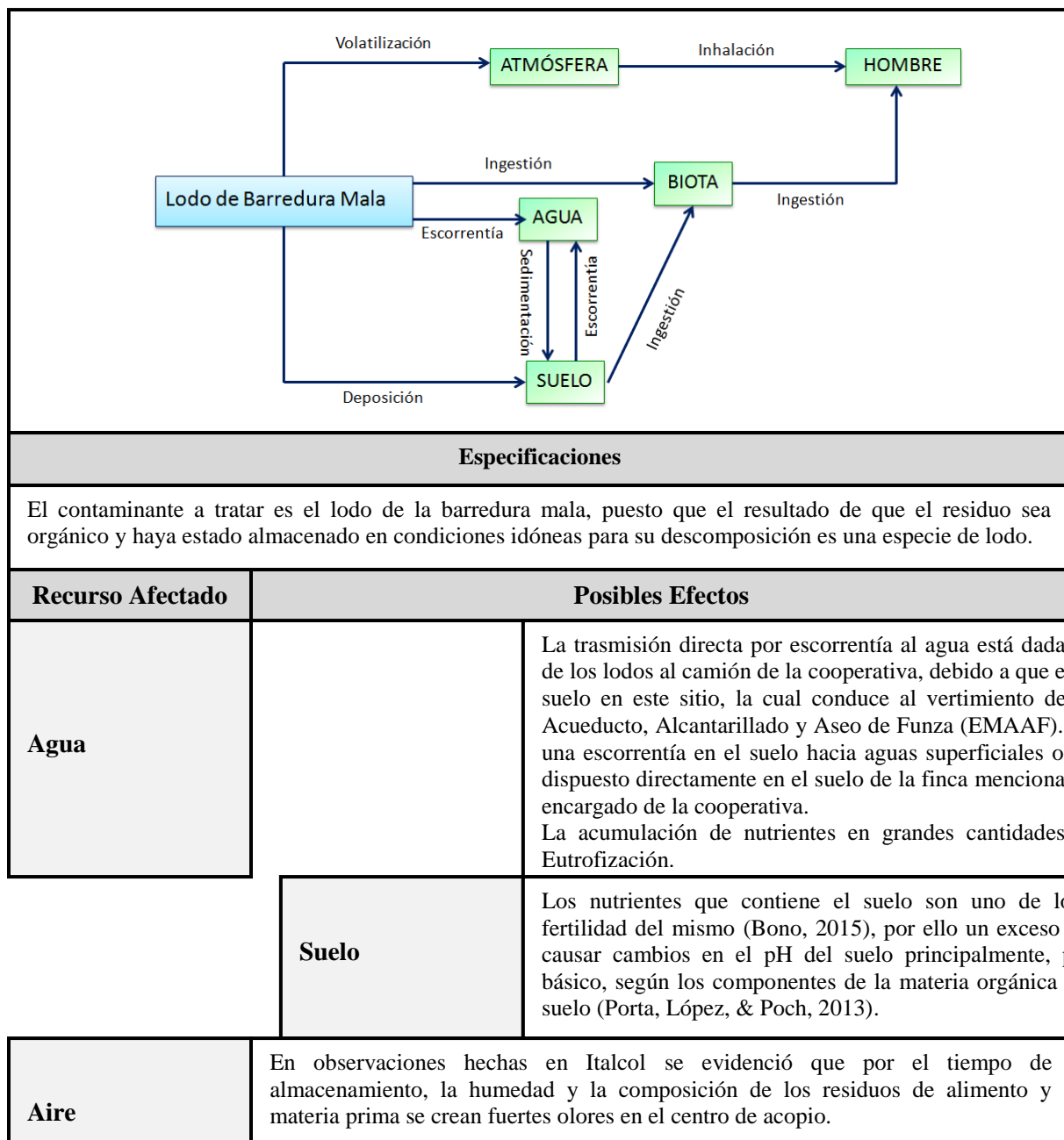
Fuente: Elaboración propia

8.3.2.3. *Ficha de Evaluación Ambiental de la Barredura Mala*

La barredura mala es producto de la materia prima y el alimento (concentrado), proveniente de las áreas de peletizado, tolvas y extruder 2 principalmente, que ha estado en contacto con el suelo, agua y otro tipo de elementos. Este residuo es almacenado en empaques de segunda y es llevado al centro de acopio, donde permanece una semana aproximadamente para luego ser recogido por una cooperativa que transporta el lodo resultante a la finca de uno de los hermanos del dueño de Italcol, en la cual es utilizado el residuo como alimento para cerdos que serán comercializados para consumo humano.

Figura 22. Ficha de evaluación ambiental del lodo de barredura mala

Diagrama del Transporte del Lodo de Barredura Mala



Biota	<p>Al situar este residuo en el suelo, el volumen de los nutrientes que se infiltran en la tierra podría causar una deficiencia en la vegetación debido a que se disminuye la absorción de los elementos necesarios por esta (Legaz, Serna, & Primo).</p> <p>Por otro lado, el almacenamiento de la barredura mala en el centro de acopio no es la más ideal puesto que las condiciones de este no son óptimas. Un factor importante es el material con el que están hechas las tejas del cuarto (zinc) lo que causa que la temperatura allí sea más elevada, en consecuencia, el lodo se mantiene caliente y, junto con su acumulación excesiva, se crea un ambiente propicio para la reproducción de vectores tales como moscas, zancudos y ratones, especialmente. Este hecho crea la posibilidad de que los cerdos estén en riesgo de adquirir infecciones o enfermedades causadas por los vectores a través de este “alimento”, por lo cual Italcol estaría incurriendo en faltas sobre las Buenas Prácticas para la Alimentación Animal (BPAA) de la Resolución 2640 de 2007 del Instituto</p>
-------	--

Humano	<p>A causa de lo especificado en el párrafo anterior, tanto los empleados de Itacol, la comunidad aledaña y los consumidores en general, estarían expuestos directa e indirectamente a enfermedades infecciosas (Organización Mundial de la Salud, s.f.).</p> <p>Otro efecto a tener en cuenta son los olores producidos por la descomposición de los lodos (barredura), los cuales inciden en la comunidad cercana y sobre todo en</p>
---------------	---

Fuente: Elaboración propia

8.3.2.4. Fichas de Evaluación Ambiental del Área de Premezclas

Considerando que premezclas maneja información confidencial para la competencia, como se mencionaba anteriormente, solo se logró acceder a seis fichas técnicas de las materias primas utilizadas para la categorización RESPEL.

Como se observa en el *Tabla 30* se establecieron dos corrientes acordes a los residuos peligrosos de esta área según el Convenio de Basilea. Hay que resaltar que aunque premezclas actualmente maneja una clasificación diferente estableciendo tres corrientes RESPEL como se ve en la *Tabla 29*, al hacerse un análisis más profundo se evidenciaron posibles errores en esta clasificación dada por el área y, en consecuencia, se trabajará en las dos corrientes establecidas.

Tabla 29. Clasificación RESPEL manejada por el área de premezclas

RESIDUO PERTENECIENTE A LA CORRIENTE	DESCRIPCIÓN	RESIDUO PREMEZCLAS
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales	Descarte de contramuestras de materia prima Materia Prima (Degradada)
A4020	Desechos clínicos y afines	Cartuchos : 3M 7093C P100 HF Guantes de Nitrilo y Petos
A4130	Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III	Ácido 3 Nitro 100%: Bolsa Plástica Tambor Ácido 3 Nitro Frasco Plástico Contramuestras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Clasificación RESPEL establecida para el desarrollo del trabajo

RESIDUO PERTENECIENTE A LA CORRIENTE	DESCRIPCIÓN	RESIDUO PREMEZCLAS
A4140	Desechos consistentes o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados correspondientes a las categorías del anexo I, y que muestran las características peligrosas del anexo III	Descarte de contramuestras de materia prima Materia Prima (Degradada) Cartuchos : 3M 7093C P100 HF Guantes de Nitrilo y Petos
A4130	Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones suficientes como para mostrar las características peligrosas del anexo III	Ácido 3 Nitro 100%: Bolsa Plástica Tambor Ácido 3 Nitro Frasco Plástico Contramuestras

Fuente: Elaboración propia

Las corrientes A4140 y A4130 se podrían asemejar por el hecho de que una corriente hace referencia a las materias primas utilizadas y la otra al empaque o contenedores de esas mismas materias. Por esta razón se hizo innecesario realizar dos diagramas de transporte de residuos y análisis por separado.

8.3.2.5. Ficha de Evaluación Ambiental de las Corrientes A4140 y A4130

Para ambas corrientes se procedió a estudiar la nocividad de las materias primas y, de las seis fichas técnicas obtenidas, solo dos materias primas resultaron importantes en este sentido, la Roxarsona 98% categorizada como inflamable y tóxica y Salinomycin Premix especificada como tóxica.

Aunque en conjunto esta área maneja un promedio de 156 materias primas en total, solo tomaremos como referencia las seis a las cuales se pudo tener acceso, centrándose más la atención en las dos que presentaron características de peligrosidad.

Tabla 31. Clasificación RESPEL CEPIS para los residuos correspondientes a las corrientes A4140

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
3.09	Salas con contenido nocivo como cianuro nitrito	E	Industria química	T	35	1			2	Oxidación, solidificación previo a disposición		51533, 51534

Fuente: CEPIS. (s.f.). Guía Para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos - Propuesta de clasificación de Residuos Peligrosos

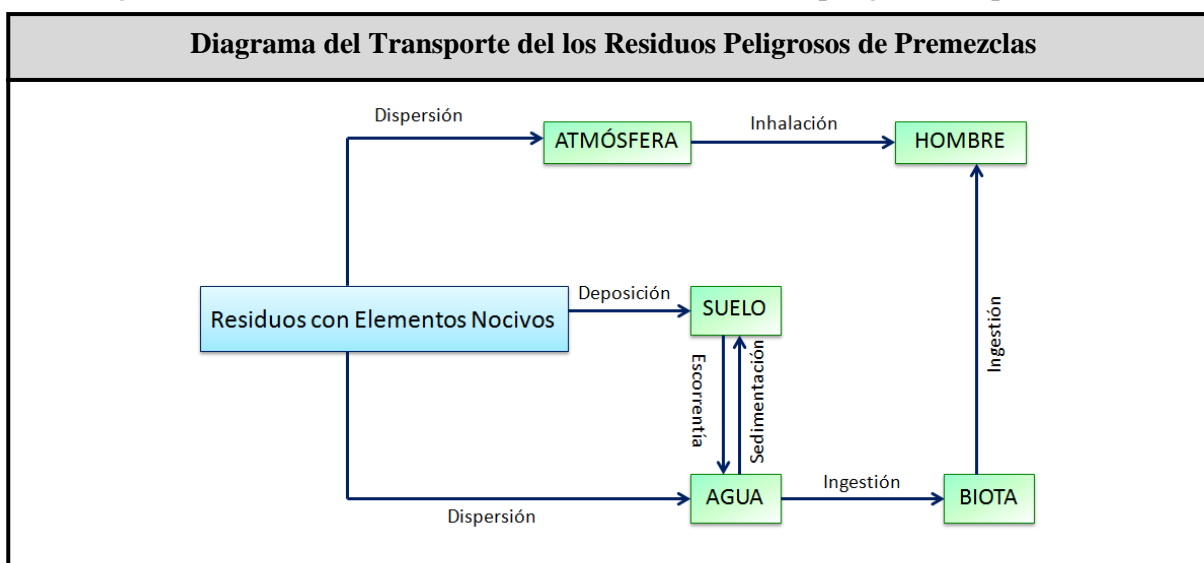
Tabla 32. Clasificación RESPEL CEPIS para los residuos correspondientes a la corriente A4130

CODIGO	DESCRIPCION	E/G	OBSERVACIONES	CRETIP	CIU	F/Q	B	T	R	TRATAMIENTOS	CODIGO USA	CODIGO ALEMANIA
1.08	Material de embalaje contaminado con restos de contenido nocivo	E	Industria en general	T	9999			1	2			18715, 18714

Fuente: CEPIS. (s.f.). Guía Para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos - Propuesta de clasificación de Residuos Peligrosos

Las seis materias primas obtenidas fueron: Roxarsona (ácido 3- nitro) 98,0%, Salinomycin Premix, Wisdem®Golden-Y, Lutavit A/D3 1000/200 Plus, Natuphos 10000G y Monensina 200.

Figura 23. Ficha de evaluación ambiental de los residuos peligrosos de premezclas



Recurso Afectado	Posibles Efectos
------------------	------------------

Aire	Aumento del material particulado.		
Agua			Contaminación del agua. Las materias primas nocivas pueden presentar peligrosidad, tal es el caso de la Roxars que se compone de arsénico. Estos componentes peligrosos, al quedarse en las excretas, podrían afectar a fuentes de agua de granjas (Naula, 2012). Aunque también podrían afectar estos desechos hacia su disposición final.
Suelo	Contaminación del suelo. Dependiendo del nivel de humedad de los suelos, los componentes químicos peligrosos, tales como el arsénico, pueden movilizarse o ser absorbidos rápidamente por los componentes del suelo (Guzmán, Pedraza, León, Campos, & Mondaca, 2014).		
Biota	Acumulación del contaminante en plantas y animales.		
Humano		Tanto las materias primas identificadas como peligrosas como las que son nocivas directamente con el hombre o el medio ambiente; en excesos de exposición o almacenamiento con otras sustancias podrían causar riesgos, según las medidas de seguridad, tales como irritación del tracto respiratorio y piel e inflamación de los ojos, así como posibles incendios. Con el consumo de alimentos vegetales y animales contaminados con sustancias peligrosas se podría suponer un riesgo de intoxicación a la salud humana.	

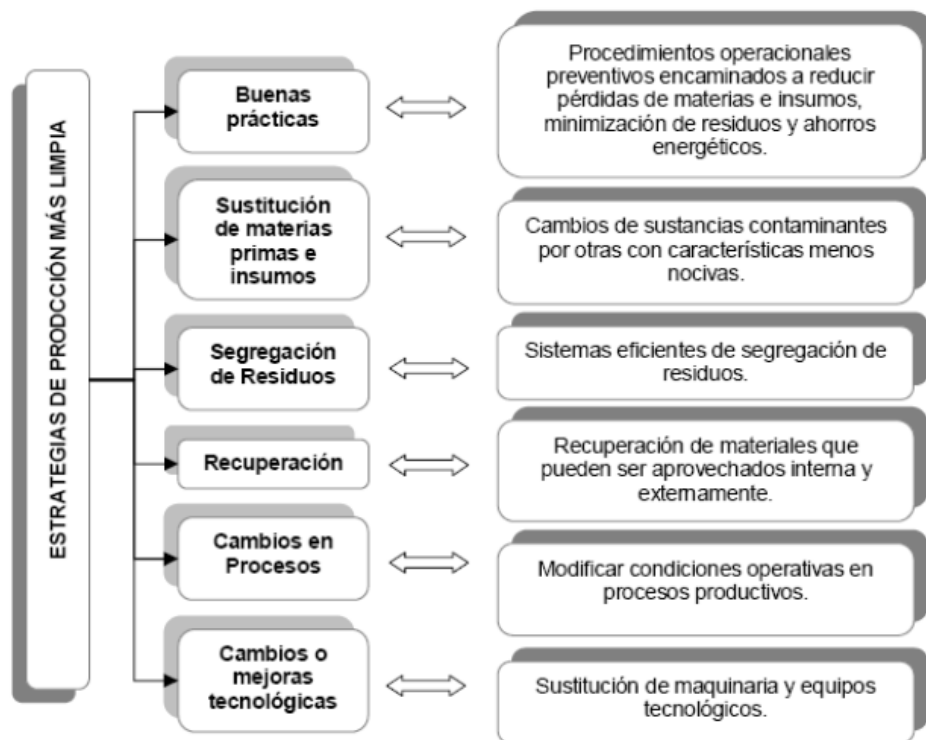
Fuente: Elaboración propia

8.4. Fase III: Establecimiento de Alternativas de Producción Más Limpia

A través de investigación y recolección de información sobre casos aplicados a nivel internacional y nacional de PML, las problemáticas obtenidas a partir del desarrollo de las anteriores fases y consultas a personas conocedoras del tema, se establecieron varias alternativas basadas en PML hacia las áreas relevantes de Italcol.

Las alternativas fueron vistas dentro de las categorías principales, como se observa en la *Figura 24*.

Figura 24. Clasificaciones alternativas de PML



Fuente: Carmona, L. (2013). *Modelo de Gestión Integrada del Riesgo Químico para una Empresa de Transporte Terrestre Bajo los Estándares ISO 14001 Y OHSAS 18001*. Bogotá: Universidad EAN (de Escuela de Administración de Negocios).

Es importante resaltar que aun cuando se busquen ideas novedosas que puedan reducir la generación de residuos hay varios factores para que una alternativa sea considerada como posible, sobre todo a nivel empresarial, puesto que la parte económica es un elemento decisivo. Por tal motivo, aun cuando con la PML se busque primordialmente un mejoramiento más allá de lo que exige la normatividad (Maarten & Siebel & Huub, 2003), hay que tener en cuenta que esta herramienta va de la mano con la competitividad empresarial, es decir, cada alternativa propuesta deberá ser analizada desde el enfoque económico (beneficios para la empresa), ambiental, social y a nivel del mercado y sector productivo respectivamente.

Por esta razón en el establecimiento de alternativas para algunos de los residuos evaluados durante el desarrollo de este trabajo, la minimización en la generación de los mismos no fue posible, debido a diferentes razones, entre las cuales se encuentran: las alianzas empresariales entre proveedores, el sector productivo, la conciencia ambiental dentro de la organización, entre otras, resultando en que algunas opciones vayan enfocadas en el manejo interno o en la disposición final del residuo.

8.4.1. Alternativas de PML Aplicadas a la Escoria y Hollín Generados por la Caldera de Carbón.

A través de las fases anteriores se deduce que la generación de la escoria y hollín está dada por el funcionamiento de la caldera de carbón, razón por la cual una alternativa esencial es el cambio del tipo de caldera con el objetivo de eliminar estos dos residuos y aumentar la eficiencia en la generación de vapor. En este caso se expone la opción de una caldera a gas, tomando como referencia ejemplos como la promoción, en la ciudad de Madrid en España desde el año 2008, del cambio de las calderas de carbón por las de gas a través del Plan Renove de Calderas de Carbón de la Comunidad de Madrid, el cual consiste en brindar un incentivo económico, dependiendo de la potencia de la caldera a tratar, para las organizaciones y comunidades que hagan esta sustitución. Este plan está fundamentado por los ahorros económicos de las calderas de gas que son aproximadamente del 22%, la reducción del 41% de emisiones y la seguridad que brinda este tipo de sistemas principalmente (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España., 2008). Por otro lado, se ve que en Colombia desde el 2008 se ha buscado de igual forma iniciar un proceso de conversión tecnológica hacia el uso del gas natural, puesto que el 80% de las industrias bogotanas usan calderas de carbón y emiten 13 toneladas de hollín al día, por lo cual se está comenzando a evaluar la posibilidad de brindar estímulos tributarios para las organizaciones que cambien el uso de calderas de carbón (EL TIEMPO, 2008).

Basado en lo anterior, en la *Tabla 33* se describen los pasos básicos que podría seguir Itacol para la realización de esta alternativa y los posibles resultados que se busca con la misma.

Tabla 33. Cambio a caldera de gas

Caldera a Gas	
Área de referencia:	Caldera
Objetivo:	Eliminar la generación de residuos y emisiones provenientes de la caldera de carbón actual.
Impactos evitados:	Contaminación de agua y suelo.
	Enfermedades pulmonares.
Tipo de Alternativa:	Cambio o mejora tecnológica.
Acciones o Criterios	Resultados Esperados
Búsqueda de empresas proveedoras de calderas a gas con las características necesarias para los requerimientos de producción de Itacol.	Disminución de costos.

Adecuación de la caldera a gas.	Aumento de la eficiencia en la generación de vapor.
Divulgación de información y capacitación sobre el funcionamiento y operación de la nueva caldera.	Minimización notable de los residuos generados en este proceso.
Elaboración de un programa de evaluación y seguimiento a la caldera de gas instalada.	Reducción de emisiones.

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la implementación de la alternativa del cambio a gas de la caldera, se vería una reducción notable de la generación de los dos residuos (escoria y hollín), sin embargo, a simple vista este tipo de alternativas conllevan inversiones importantes de tiempo y dinero dentro una organización. En consecuencia, se hace importante mostrar otra alternativa en pro del manejo eficiente de los residuos generados, con el propósito de obtener beneficios económicos, ambientales y sociales, durante el tiempo en que Itacol estudia e implementa el cambio de caldera.

Establecido esto y con investigaciones realizadas a empresas cementeras como Argos, que está impulsando en Colombia hace más de tres años la fabricación de cementos verdes a partir de las cenizas de carbón (Dinero, 2011), Cemex, que actualmente promociona un cemento mixto a base de materiales cementantes suplementarios como la escoria y la ceniza de carbón (Cemex, s.f.), y Holcim, que con su empresa filial Eco Procesamiento, ha incorporado en sus actividades un innovador proceso para la disposición final de residuos industriales, como las cenizas resultantes de procesos de combustión, a partir del ingreso de desechos al horno cementero de forma simultánea con la producción de clínker (componente del cemento); logrando con ello que no se generen nuevos residuos, cenizas o emisiones y que se recupere la energía de algunos de estos residuos (Holcim Colombia, 2013), se podría estar hablando de una disposición más rentable económica y ambientalmente para la empresa, a través de la gestión de la escoria y la ceniza, producida en Itacol, en la fabricación de cemento.

Tabla 34. Escoria de carbón y hollín en la fabricación de cemento

Escoria de Carbón y Hollín en la Fabricación de Cemento	
Área de referencia:	Caldera
Objetivo:	Optimizar la disposición actual de la ceniza y escoria de la caldera.
Impacto evitado:	Contaminación de agua.
	Desplazamiento de especies animales y vegetales.

Tipo de Alternativa:	Recuperación
Acciones o Criterios	Resultados Esperados
Establecer alianzas o convenios con cementeras importantes en el país tales para la disposición de estos residuos.	Reconocimiento empresarial y social.
Evaluación de las diferentes opciones de disposición.	Prevenir posibles sanciones, multas o quejas sobre la inadecuada disposición de los residuos.
Ejecución del cambio de la empresa y destino de la disposición de la escoria y hollín de carbón	Posible alargamiento de la vida útil de los residuos.
Divulgación del cambio al público y a todos los niveles de la empresa.	

Fuente: Elaboración Propia.

Apoyando lo establecido en la *Tabla 34* se pueden destacar varios estudios en Colombia sobre la elaboración de cemento a partir de la escoria de carbón y el hollín, los cuales afirman su factibilidad. Tal es el caso de la caracterización de la escoria en la fabricación de cemento, rellenos industriales, hormigón, base de carreteras, entre otros, realizado por la Universidad Nacional de Colombia, donde se afirma lo prometedor que puede llegar a ser en cualquiera de estos usos siempre y cuando se realicen estudios previos de sus características y se tenga un adecuado almacenamiento antes de su disposición (Duque, Echeverri, & Rendón, Caracterización Mecánica de la Escoria de Carbón para su Uso en la Ingeniería, 2014). Otro caso que sustenta esta alternativa corrobora que se puede utilizar ceniza volante y escoria para obtener diferentes concretos que reemplazarían el cemento Portland (Silva & Delvasto, 2013). Por último, se destaca un análisis de valorización de escorias realizado en el municipio de Tuta, Boyacá para la Siderúrgica Diaco, en la cual se concluyó que la escoria de carbón es potencialmente aprovechable por sus características de resistencia para ser empleada como agregado en la fabricación del concreto convirtiéndose en una alternativa para sustituir los agregados convencionales (grava) obtenidos en la explotación de canteras y depósitos aluviales (Araque & García, 2010).

8.4.2. Alternativas de PML Aplicadas al Empaque de Segunda

Considerando el tipo de materias primas que se manejan en el área de Pesa Menor, las cuales son en su mayoría de origen animal (harina de sangre, harina de hueso, harina de carne, hemoglobina, entre otros), premezclas y otras tales como aditivos, anticocidiales, pigmentantes, vitaminas, ligantes, etc., se hace complejo establecer un cambio en el proceso dado entre el proveedor de estas materias primas e Italcol como cliente. En primera instancia se evaluó parcialmente el cambio en el tipo de descargue de estas materias, tomándose en cuenta la posibilidad de un cambio a granel o el uso de un

empaque retornable, sin embargo, la naturaleza de estas materias primas hace que requieran un manejo especial. Como referencia el ICA establece que se deben comercializar las harinas de origen animal, en este caso las materias primas que representan un mayor porcentaje en esta área según entrevistas con supervisores y operarios del área, en empaques nuevos con el rotulado aprobado (ICA, 2002). Por otro lado, se consideró un cambio en el material del empaque, de polipropileno a biocompostable, con el fin de hacer novedosa y de menor impacto a la disposición del mismo. No obstante, no se encontraron proveedores en el país de este tipo de material de empaque para la capacidad que requieren las presentaciones de las materias primas mencionadas.

Pese a que en este caso se hace difícil establecer entonces una alternativa que disminuya la generación como tal del empaque, se puede pensar en opciones enfocadas en el manejo y disposición del residuo.

En consecuencia, cabría la posibilidad de estudiar otro tipo de empresas que realicen el reciclaje de este residuo pero con un valor más alto y una disposición que cumpla con las exigencias del proceso actual de certificación ambiental (ISO 14000) que realiza Italcol.

Como se observa en la *Tabla 35*, un proceso ideal es comenzar con el diagnóstico actual de la disposición del empaque a fin de tener una mayor certeza en la elección de las nuevas empresas.

Tabla 35. Cambio de las empresas actuales del reciclaje de empaque de segunda

Cambio de las Empresas Actuales del Reciclaje de Empaque de Segunda	
Área de referencia:	Departamento de Gestión Ambiental
Objetivo:	Garantizar el conocimiento del Área Ambiental de Italcol de la disposición del empaque y el aprovechamiento idóneo del mismo.
Impacto evitado:	Contaminación de agua y suelo.
Tipo de Alternativa:	Buenas Prácticas y Recuperación
Acciones o Criterios	Resultados Esperados
Efectuar un chequeo de los tipos de plástico de los diferentes empaques.	Valorización del residuo. Disposición óptima del empaque. Alargamiento de la vida útil del empaque.
Realizar un registro con los siguientes ítems: Comprador del empaque. Tipo de empaque adquirido. Precio de venta. Disposición del residuo. Certificaciones de la empresa. Certificación dada por la empresa hacia Italcol.	
Búsqueda de empresas que hagan uso del empaque con un valor más alto.	

Fuente: Elaboración Propia.

8.4.3. Alternativas de PML Aplicadas a la Barredura Mala

Observando cómo problemática central las fugas de alimento presentadas en las peletizadoras principalmente, pero también en las tolvas y extruder 2, causantes de la generación de barredura mala, se establece entonces una alternativa enfocada hacia la minimización de este residuo a través del mejoramiento del manejo de las fugas. A partir de esto y teniendo en cuenta la dimensión, actividades y personal de estas mismas áreas, se observó que el uso de un recipiente contenedor puesto con antelación a la fuga de alimento se haría práctico para aumentar la cantidad de alimento en condiciones ideales para reproceso. En la *Tabla 36* se describe un programa de atención a estas fugas que tiene como propósito, además de la disminución de barredura mala, el detallar otros factores generadores de este residuo, para establecer alternativas a futuro adicionales a la descrita.

Tabla 36. Elaboración de un programa de atención a fugas de alimento

Elaboración de un Programa de Atención a Fugas de Alimento	
Área de referencia:	Peletizado
Objetivo:	Prevenir y afrontar las situaciones donde se presentan fugas de alimento
Impacto evitado:	Contaminación de agua y suelo
	Enfermedades o accidentes laborales
Tipo de Alternativa:	Buenas Prácticas
Acciones o Criterios	Resultados Esperados
Elaboración del diagnóstico de la situación actual a través del registro periódico de las fugas presentadas en peletizado especialmente, y en la áreas de tolvas y extruder 2, identificando aspectos como: Lugar de la maquinaria donde se presentó la fuga. Tiempo de duración. Razones por las que se dio. Personal encargado de atender la fuga. Cantidad de alimento desperdiciado.	Conocer los puntos críticos, ya sea a nivel de proceso, maquinaria, materia prima o acciones por parte de los operarios, que resultan en las fugas dadas constantemente, con el fin de buscar soluciones efectivas.
Diseño del programa y elaboración del documento teniendo en cuenta: Establecimiento del personal responsable de atención a las fugas por turno.	

<p>Seguimiento del aseo y limpieza del área y la maquinaria.</p> <p>Determinación del tiempo propicio de respuesta en la atención de fugas.</p> <p>Establecimiento de la periodicidad de los mantenimientos a la maquinaria.</p> <p>Implementos de seguridad a usar por parte de los responsables.</p> <p>Estudio del empleo de un recipiente puesto bajo la maquinaria que presenta la fuga, con antelación o en el menor tiempo posible, para recoger la mayor cantidad de alimento para reproceso.</p> <p>Programa de capacitación a los responsables escogidos.</p> <p>Establecimiento de indicadores.</p>	<p>Reducción de la pérdida de alimento y materia prima.</p> <p>Disminución de la generación de la barredura mala en un porcentaje significativo.</p>
Revisión y actualización del programa.	

Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, al conocer que Itacol desde hace un tiempo viene buscando empresas que estén interesadas en la compra de la barredura mala como material en la elaboración de compost, surgió también la alternativa de producir compost dentro de la misma. Por tal motivo, se comenzó con el análisis de la caracterización de laboratorio realizada al lodo de la barredura (Véase Figura 25) para observar la relación C/N (Carbono/Nitrógeno) y así su factibilidad como material de compostable.

Figura 25. Caracterización barredura mala

Análisis de Control de Calidad			Muestreo	2015-09-14
			Recepción	2015-09-15
			Análisis	2015-09-24
No. CCF 18603			Orden de T.	54369
EMPRESA	ITALCOL S.A.	DESCRIPCION:	LODO	
DIRECCION	Km 13 Via Mosquera	IDENTIFICACION:	Barredura - Producto retirado de Máquinas- Código 288	
CIUDAD	Mosquera	OTROS DATOS:	Planta Funza	
NIT	860026895-8	CARACTERISTICAS:	Producto color gris	
		Procedencia:	FUNZA	CUNDINAMARCA
REPORTE EN BASE HUMEDA				
			METODOS ANALITICOS	
Densidad Aparente Seca	0.470	g/cm3	LBC 43 Gravimetría	
pH en Pasta Saturada	5.52		LBC 44 Potenciometría	
Humedad	15.91	% P/P	NTC 35 Gravimetría	
Nitrógeno total	2.35	% P/P	Suma de Nitrógenos	
C. Orgánico Oxidable Total	21.91	% P/P	NTC 5167 Walkey Black	

Fuente: Dr. Calderón LABS, Colombia (2015). *Análisis de Control de Calidad – Barredura Mala*.

Aunque la relación actualmente no es la ideal, se podría agregar una sustancia que aporte un poco más de carbono, tal como aserrín, madera, papel periódico, entre otros, para llevar la mezcla a una relación de 30:1 (C:N) la cuál sería ideal para el comienzo del desarrollo del compost (Rodríguez & Córdoba, 2006). Partiendo de esta información y teniendo presente que la cantidad de barredura mala del área de peletizado es de 447 kg/día se ve como lo más propicio el compostaje a través de pilas, por lo cual, se calculó el volumen y la cantidad de pilas necesarias para aprovechar esta cantidad de barredura.

Partiendo de la fórmula de densidad:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde;

ρ = Densidad

m = Masa

V = Volumen

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

$V = ?$ (Valor necesario para establecer la dimensión aproximada de la pila)

$$m = 447 \text{ kg/día} \times 26 \text{ días} \times 6 \text{ meses (tiempo maduración de la pila)} = 69732 \text{ kg/6 meses}$$

$$\rho = 0,470 \text{ g/cm}^3, \text{ es decir, } = 470 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{Obsérvese Figura 25})$$

Reemplazando en la fórmula:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{69732 \text{ kg}}{470 \text{ kg/m}^3} = 148 \text{ m}^3$$

Es decir que se necesita un espacio para 148 m^3 para la cantidad de barredura mala que se genera en las peletizadoras, resultando en la necesidad de 4 pilas cada una con las siguientes dimensiones:

$$V = \frac{b \times h}{2} \times L$$

$$V = \frac{6,5\text{m} \times 1,50\text{m}}{2} \times 8\text{m} = 39\text{m}^3$$

En consecuencia, no se vio factible realizar compost con esta cantidad de barredura puesto que el espacio pensado para su elaboración tiene unas dimensiones de $17,5\text{m} \times 20\text{m}$, lo cual no es suficiente para el ancho de las cuatro pilas necesarias.

8.4.4. Alternativas de PML Aplicadas a los Residuos Peligrosos del Área de Premezclas

Teniendo en cuenta que Premezclas maneja sustancias que en su mayoría son antibióticos, vitaminas, suplementos etc, las alternativas hacia la minimización de RESPEL se reducen por varias causas: en primer lugar, no se podría pensar en un cambio del tipo de materia prima por las características que requiere el concentrado en cuanto a la formulación vitamínica, médica y nutricional, en segundo lugar, esta área maneja en su mayoría proveedores de materia prima, sobre todo en antibióticos y otros elementos farmacéuticos, en el exterior, además de que restringe completamente el acceso a la información de sus materias primas, en cuarto lugar, esta área realiza una correcta disposición final del RESPEL que genera a través de la incineración del mismo; por medio de una empresa certificada para la disposición de este tipo de residuos (Empresa BOK) y por último, se evidenció que premezclas arrojó una eficiencia del 99%.

De acuerdo a lo mencionado, plantear alternativa de PML para este tipo de residuos se hizo complejo y por lo tanto se sugeriría estudiar junto con esta área, alguna otra opción de manera más profunda, lo cual no puede ser desarrollado en este trabajo por cuestiones de tiempo y acceso a la información principalmente.

8.4.5. Tabla resumen alternativas de PML

A continuación se presenta una tabla a manera de resumen, para mostrar una visión general del total de alternativas planteadas para cada residuo.

Tabla 37. Tabla resumen de alternativas de PML

Área de referencia	Residuo	Tipo de alternativa	Descripción alternativa
Caldera	Escoria	Cambio o mejora tecnológica	Adecuación de la caldera a gas.
Caldera	Escoria	Recuperación	Escoria de carbón y hollín en la fabricación de cemento
Pesa Menor	Empaque	Buenas Prácticas y Recuperación	Cambio de las empresas actuales del reciclaje de empaque de segunda
Peletizado	Barredura mala	Buenas Prácticas	Elaboración de un programa de atención a fugas de alimento
Peletizado	Barredura mala	Recuperación	Elaboración de compostaje dentro de Itacol a partir de barredura mala
Premezclas	RESPEL	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

8.5. Fase IV: Evaluación Monetaria de las Estrategia

Durante esta fase se evaluará cada una de las alternativas descritas anteriormente a través de dos indicadores de evaluación de proyectos: Relación Beneficio/Costo (B/C) y Período de Recuperación a la Inversión (PRI), para lo cual es imprescindible establecer los costos de la situación actual, los costos directos de la alternativa y los beneficios o ahorros esperados, todo ello establecido a un periodo anual en pesos colombianos.

En el desarrollo de esta evaluación monetaria se presenta una tabla por alternativa, en donde se muestran los costos y ahorros a manera general, razón por la cual se haría necesario remitirse a los anexos correspondientes para observar los datos específicos junto con sus soportes.

Para la relación B/C se hará uso de la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Valor presente de los beneficios directos de la alternativa}}{\text{Valor presente del costo de la situación actual}}$$

Estableciendo que los rangos generales de evaluación serán:

Alternativa aconsejable: > 1

Alternativa indiferente: = 1

Alternativa no aconsejable: < 1

En cuanto al PRI, la fórmula utilizada será:

$$PRI: \frac{\text{Valor presente de la inversión inicial de la alternativa}}{\text{Valor presente de los beneficios directos de la alternativa}}$$

Estableciendo que los rangos generales de evaluación de este indicador serán:

Inversión aceptable: < 1 año

Inversión a considerar: 1 – 3 años

Inversión riesgosa: > 3 años

8.5.1. Evaluación Monetaria Adecuación a Caldera de Gas

En la búsqueda de los costos para esta alternativa, se observó junto con el Jefe de Mantenimiento de Italcol que es posible realizar una adecuación de la actual caldera para convertirla a gas natural. Por tal motivo, se ve conveniente priorizar esta alternativa, en lugar de la compra e instalación de una caldera a gas totalmente nueva, debido a los costos altos que le significa a Italcol a comparación de una adecuación de este sistema.

Tabla 38. Valoración ambiental y económica de la adecuación a gas de la caldera actual¹

Punto crítico	Problema	Alternativa	Situación actual (Sin alternativa de PML)				Situación esperada (Con alternativa de PML)				Beneficio esperado (Situación actual - Situación esperada)				
			Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Ahorro en consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Ahorro en dinero anual \$CO (Aspecto 2)	
Caldera	Generación de hollín y escoria de carbón debido al funcionamiento de una caldera a carbón	Adecuación a gas de la caldera actual	Residuos de hollín y escoria de carbón	480 Ton	Disposición del hollín	113.880.000	Residuos de hollín y escoria de carbón	0 Ton	Disposición del hollín	0	Residuos de hollín y escoria de carbón	480 Ton	Disposición del hollín	113.880.000	
			Emisiones Material Particulado	336,96 kg	Disposición de la escoria	10.550.400	Emisiones Material Particulado	0 kg	Disposición de la escoria	0	Emisiones Material Particulado	336,96 kg	Disposición de la escoria	10.550.400	
			Emisiones SO2	20273,76 kg	Mantenimiento del sistema de filtros y mangas de la caldera	19.000.000	Emisiones SO2	0 kg	Mantenimiento del sistema de filtros y mangas de la caldera	0	Emisiones SO2	20273,76 kg	Mantenimiento del sistema de filtros y mangas de la caldera	19.000.000	
			Emisiones NO2	17284,8 kg	Salario de tres calderistas	46.872.000	Emisiones NO2	17284,8 kg	Salario de un operario	15.624.000	Emisiones NO2	0	Salario de dos calderistas	31.248.000	
			Emisiones CO	4056 kg	Compra del carbón mineral	594.000.000	Emisiones CO	0 kg	Compra del gas natural	1.800.000.000	Emisiones CO	4056 kg	Compra del combustible	-1.206.000.000	
			Emisiones CO2	1215864 kg	Evaluación Isocinética	5.000.000	Emisiones CO2	0 kg	Estudio Pitometría NOX	2.000.000	Emisiones CO2	1215864 kg	Análisis Emisiones	3.000.000	
					Mantenimiento general de la caldera	144.000.000			Mantenimiento caldera a gas	3.000.000			Mantenimiento general de la caldera	141.000.000	
TOTALES						933.302.400				1.820.624.000				-887.321.600	

Fuente: Elaboración Propia.

¹ Para mayor información sobre los datos establecidos véase Anexos 7 - 11

Tabla 39. Inversión inicial requerida para la adecuación a gas de la caldera actual

Rubro	Inversión inicial en CO\$
Adecuación de la caldera, supervisión y mantenimiento inicial	94.000.000
Total inversión inicial	94.000.000

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40. Resumen de la adecuación a gas de la caldera actual

Inversión inicial requerida	\$ 94.000.000
Ahorros económicos estimados (año)	\$ (887.321.600)
Beneficios ambientales	No generación de Residuos (480 Ton/año)
	Disminución de emisiones (1240 Ton/año)
	Ahorro en agua y energía
Beneficios en reputación, alianzas con clientes o proveedores, etc.	Certificación ISO 14000
	Mejora de imagen corporativa pública

Fuente: Elaboración Propia.

Como se evidencia esta alternativa a nivel de B/C no es aconsejable puesto que el gas natural actualmente es más costoso que la compra de carbón mineral, aun considerando que la inversión principal resultaría en un retorno menor a un año; el beneficio económico es negativo debido a que la diferencia de costos de materia prima es en promedio de 1200 millones (costo adicional que asumiría Italcil al implementar esta alternativa), cifra que nunca podría ser compensada por los beneficios.

8.5.2. Evaluación Monetaria de la Escoria y Hollín en la Fabricación de Cemento

Con motivo de la recolección de los datos sobre los costos y beneficios de esta alternativa se contactaron a las tres cementeras más reconocidas en el país: Cemex, Argos y Holcim. La empresa Cemex, aunque al principio se vio interesada en comprar este residuo, en un periodo aproximado de un mes de constante insistencia no respondió a las solicitudes enviadas. Por otra parte, Argos está adelantando directamente el proceso con Italcil a través del análisis de muestras de escoria y hollín para el establecimiento del precio de compra de este residuo, razón por la cual, debido a motivos de

tiempo, estos costos y ahorros no pueden ser tomados en cuenta para esta evaluación. En consecuencia y tomando en cuenta que Holcim atendió oportunamente la solicitud, se establece entonces como alternativa final el servicio de Co-procesamiento en el horno de producción de clinker de Nobsa, Boyacá, para el cual Holcim si establece un costo de disposición.

Tabla 41. Valoración ambiental y económica de la disposición del hollín y la escoria para co-procesamiento²

Punto crítico	Problema	Alternativa	Situación actual (Sin alternativa de PML)				Situación esperada (Con alternativa de PML)				Beneficio esperado (Situación actual - Situación esperada)				
			Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Ahorro en consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Ahorro en dinero anual \$CO (Aspecto 2)	
Caldera	Inadecuada disposición final de hollín y escoria de carbón	Disposición de la escoria de carbón y hollín para la fabricación de cemento	Residuos de hollín y escoria de carbón mal dispuestos	480 Ton	Disposición del hollín y la escoria	124.430.400	Residuos de hollín y escoria de carbón recuperados	480 Ton	Disposición del hollín y la escoria	7.632.000	Residuos de hollín y escoria de carbón recuperados	480 Ton	Costos de disposición de escoria y hollín	116.798.400	
					Salario de tres calderistas	20.506.500			Salario de tres calderistas	20.506.500			Salario de tres calderistas	0	
TOTALES						144.936.900					28.138.500				116.798.400

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42. Resumen de la disposición del hollín y la escoria para co-procesamiento

Inversión inicial requerida	0
Relación Beneficio/Costo	116798400/144936900 = 0,80
Ahorros económicos estimados (año)	\$ 116.798.400
Beneficios ambientales	Recuperación de los residuos (480 Ton/año)
Beneficios en reputación, alianzas con clientes o proveedores, etc.	Certificación ISO 14000
	Mejora de imagen corporativa pública

Fuente: Elaboración Propia.

² Para mayor información sobre los datos establecidos véase Anexos 12 y 13

En primera instancia, se evaluaría que la alternativa no es aconsejable según el indicador de B/C, sin embargo el beneficio es positivo y significativo (\$116.798.400 anuales), valiendo la pena resaltar que no hay necesidad de una inversión inicial y que existen además unos beneficios ambientales como una disposición final ambientalmente adecuada y segura, una contribución a la reducción del consumo de combustibles no renovables y la certificación de la deposición del residuo.

8.5.3. Evaluación Monetaria del Cambio de las Empresas Actuales del Reciclaje de Empaque de Segunda

En un principio se contactaron a varias empresas que realizan el reciclaje de varios tipos de plástico, con el fin de encontrar algunas que estuvieran interesadas en el reciclaje de empaques utilizados de polipropileno. Como resultado se pudo realizar una valoración solamente con una empresa, la cual fue la única interesada en realizar visitas a Itacol para conocer la cantidad y el estado en el que se entregan los empaques de segunda, además de reunirse con la asistente de gerencia general para establecer un precio más beneficioso y dar información sobre el reciclaje que realizan en la empresa, asegurando un certificado de disposición final y la opción de varias visitas a las instalaciones de la misma con el propósito de verificar procesos y recolectar evidencias para las auditorias.

Aunque Itacol maneja actualmente cinco empresas diferentes para el reciclaje de los siete tipos de empaque de segunda: empaque desbocado, descocado, retal de fibra, papel, retal de calcio, origen animal y la jordana (los cuales están clasificados de esta manera de acuerdo al estado en el que se entrega para su reciclaje), la empresa INCOLPLASTBEL se haría cargo del reciclaje de todos estos siete tipos de empaque de segunda según entrevistas con el encargado y cotizaciones vía correo electrónico.

Tabla 43. Valoración ambiental y económica del cambio de las empresas encargadas de la disposición de empaque de segunda³

Punto crítico	Problema	Alternativa	Situación actual (Sin alternativa de PML)				Situación esperada (Con alternativa de PML)				Beneficio esperado (Situación actual - Situación esperada)			
			Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Ahorro en consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Ahorro en dinero anual \$CO (Aspecto 2)
Pesa Menor	Inadecuada disposición de empaque de segunda	Cambio de las empresas encargadas de la disposición final actual del empaque de segunda.	Empaque de segunda aprovechado por proveedor actual	127 Ton	Reciclaje del empaque (Ingreso para Italcol)	5.086.848	Empaque de segunda mejor valorizado	127 Ton	Nuevo reciclaje del empaque (Ingreso para Italcol)	13.702.860	Empaque de segunda mejor valorizado	127 Ton	Nuevo reciclaje del empaque (Ingreso para Italcol)	8.616.012
					Fumigaciones	42.828			Fumigaciones	42.828			Fumigaciones	0
					Salario Encargado del Centro de Acopio	1.426.415			Salario Encargado del Centro de Acopio	1.426.415			Salario Encargado del Centro de Acopio	0
					Salario Empacador	11.598.300			Salario Empacador	11.598.300			Salario Empacador	0
TOTALES						7.980.695				-635.317				8.616.012

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44. Resumen del cambio de las empresas encargadas de la disposición de empaque de segunda

Inversión inicial requerida	0
Relación Beneficio/Costo	8616012/7980695 = 1,07
Ahorros económicos estimados (año)	\$ 8.616.012
Beneficios ambientales	Mejor disposición de los residuos (127 Ton/año)
Beneficios en reputación, alianzas con clientes o proveedores, etc.	Certificación ISO 14000
	Mejora de imagen corporativa pública

Fuente: Elaboración Propia.

³ Para mayor información sobre los datos establecidos véase Anexos 14 y 15.

Esta alternativa se consideraría muy viable, aun con el B/C calculado, puesto que la situación actual representa costos mayores a los calculados con la alternativa implementada, sin la necesidad de una inversión directa, además de que con esta opción la empresa brindaría una mejor disposición del residuo, aunque no se puede especificar en el presente trabajo el reciclaje que tendría cada empaque de segunda por motivos de confidencialidad de INCOLPLASBEL si se puede resaltar que la disposición del residuo es certificable por la misma empresa encargada, situación que actualmente no ocurre con las empresas presentes, lo cual contribuye al proceso de certificación en ISO 14000 que adelanta Italcol por estos días.

8.5.4. Evaluación Monetaria del Programa de Atención a Fugas de Alimento

En el momento de establecer los costos que encierra el programa de atención a fugas de alimento, se observó que el único costo directo sería la compra de los contenedores plásticos para la recolección de alimento en la fugas, razón por la cual, se contactó a un proveedor para conocer los costos de ocho contenedores de plástico cada uno con una capacidad de 60kg para con ello alcanzar la generación promedio de 447 kg de barredura al día. Se decidió que fuera esta capacidad en cada contenedor debido a la facilidad con el que se podría transportar hacia el reproceso por parte de los operarios.

Tabla 45. Valoración ambiental y económica del programa de atención a fugas de alimento⁴

Punto crítico	Problema	Alternativa	Situación actual (Sin alternativa de PML)				Situación esperada (Con alternativa de PML)				Beneficio esperado (Situación actual - Situación esperada)			
			Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Costo anual \$CO (Aspecto 2)	Aspecto 1	Ahorro en consumo o generación anual (Aspecto 1)	Aspecto 2	Ahorro en dinero anual \$CO (Aspecto 2)
Peletizadoras	Generación de barredura mala por fugas en las peletizadoras	Programa de Atención a Fugas de Alimento	Barredura Mala	139 Ton	Disposición de la barredura como alimento animal (ingreso)	11.157.120	Barredura Mala	0 Ton	Compra de los contenedores de plástico	384000	Barredura Mala	139 Ton	Disposición de la barredura como alimento animal (ingreso)	0
					Costo Promedio de la Materia Prima	179.490.168			Costo Promedio de la Materia Prima	0			Recolección de barredura para reproceso	179.490.168
					Fumigaciones	46.968			Fumigaciones	0			Fumigaciones	46.968
					Salario del Encargado del Centro de Acopio	2.139.622.642			Salario del Encargado del Centro de Acopio	0			Salario del Encargado del Centro de Acopio	2.139.622.642
					Salario Encargado del Aseo	7.578.947.368			Salario Encargado del Aseo	0			Salario Encargado del Aseo	7.578.947.368
			TOTALES			9.886.950.026					384.000			

Fuente: Elaboración Propia.

⁴ Para mayor información sobre los datos establecidos véase Anexos 16 y 17

Tabla 46. Resumen del programa de atención a fugas de alimento

Inversión inicial requerida	0
Relación Beneficio/Costo	$9898107146/9886950026 = 1$
Ahorros económicos estimados (año)	\$ 9.898.107.146
Beneficios ambientales	Mejor disposición de los residuos (139 Ton/año)
Beneficios en reputación, alianzas con clientes o proveedores, etc.	Certificación ISO 14000
	Mejora de imagen corporativa pública

Fuente: Elaboración propia.

Las razones por las que la alternativa es viable se reflejan en que el beneficio es positivo puesto que la opción se enfoca directamente en el costo más alto del problema de la generación de barredura mala el cual es el costo promedio de la materia prima y, por otro lado, no existe una inversión directa de la alternativa, por lo cual el PRI se iguala a cero.

Tabla 47 Resumen Evaluación Monetaria de las Alternativas

Alternativa	Situación actual (\$CO/Año)	Inversión Inicial \$CO	Costos Alternativa (\$CO/Año)	Ahorro Alternativa (\$CO/Año)	PRI	B/C
Adecuación a gas de la caldera actual	\$ 933.302.400	\$ 94.000.000	\$ 1.820.624.000	\$ 315.978.400	-	-
Disposición de escoria de carbón para Co-procesamiento	\$ 144.936.900	-	\$ 28.138.500	\$ 116.798.400	-	0,8
Cambio de las empresas encargadas de la disposición de empaque de segunda	\$ 7.980.695	-	\$ (635.317)	\$ 8.616.012	-	1,1
Programa de atención a fugas de alimento	\$ 9.886.950.026	-	\$ 384.000	\$ 9.898.107.146	-	1

Fuente: Elaboración propia.

9. CONCLUSIONES

- ✓ Según los resultados de la fase de diagnóstico preliminar, se identificaron cuatro áreas relevantes en la generación de residuos en Itacol; las cuales corresponden a la Caldera, Pesa Menor, Peletizado y Premezclas, con una generación de escoria y hollín (representando el 91% de residuos convencionales), empaque de segunda (representando el 39,6% de residuos reciclables), barredura mala (representando un 43,8% de residuos reciclables) y RESPEL con un 77% para este tipo de residuos, respectivamente, observándose con ello que la Planta de Producción es la zona central en la generación de residuos de la empresa, puesto que allí se localizan tres de estas cuatro áreas: Caldera, Pesa Menor y Peletizado.
- ✓ Es pertinente desarrollar las cuatro herramientas utilizadas para el diagnóstico de la empresa. En primera instancia el ecomapa permitió destacar visualmente las áreas relevantes, por otro lado, los ecobalances dieron paso al establecimiento de los posibles problemas causantes de la generación de residuos, descartando problemáticas presentes en los procesos y por último, la cuantificación de pérdidas y ganancias, además de profundizar en el impacto económico que tiene la generación de residuos en la empresa, también permitió priorizar las áreas ya identificadas como relevantes.
- ✓ La cuantificación de pérdidas y ganancias permitió dar un mejor enfoque a los residuos identificados para cada área, resaltando el valor económico que representa la generación de los mismos en la compañía, mostrando finalmente que residuos como la escoria, el hollín y la barredura mala representan costos de aproximadamente \$356.214.433 anuales y el empaque de segunda y los residuos peligrosos de premezclas por su parte \$21.528.840 anuales.
- ✓ En cuanto a los impactos ambientales identificados a manera general se puede decir que estos se centran principalmente hacia el recurso agua, la biota y el ser humano, reflejándose una contaminación al recurso (eutrofización especialmente), alteraciones en el organismo de las especies vegetales y animales y un riesgo de enfermedades pulmonares, cardiovasculares e infecciosas hacia los empleados y comunidad circundante, respectivamente.
- ✓ A través del análisis CRETIP se obtiene una idea más clara del tipo de manejo que debe tener el residuo a nivel interno y externo de la empresa, identificando riesgos a la salud y el ambiente y en consecuencia, alternativas u opciones de mejora.
- ✓ Se plantearon alternativas de PML obteniendo opciones de mejoras tecnológicas, recuperación y buenas prácticas, para los residuos, logrando diseñar opciones para minimizar

la generación de escoria, hollín y barredura mala e idear opciones en el mejoramiento de la gestión del empaque de segunda y el RESPEL de premezclas.

- ✓ Dentro del diseño de las alternativas de PML se evidenció que existen muchos factores a tener en cuenta tales como los procesos, el tamaño de la empresa, la cultura organizacional, el mercado nacional e internacional, el sector productivo, las alianzas internas, entre otros, que influyen directamente en las posibilidades de que un residuo pueda no ser generado en su totalidad o disminuida sustancialmente su generación.
- ✓ De acuerdo a los resultados de la evaluación monetaria de las estrategias, de las cinco alternativas propuestas cuatro de ellas son factibles y con un PRI de menos de 3 años, observándose que la inversión más alta se encuentra en la adecuación de la caldera de carbón. Por otro lado, la única alternativa no aconsejable financieramente es la disposición del hollín y la escoria para Eco-procesamiento, sin embargo, habría que evaluar los beneficios sociales, ambientales y sobre todo internos para la compañía (certificación ISO14000).
- ✓ La PML dentro de la gestión de los residuos en Itacol puede verse como un reto para la misma empresa, puesto que va más allá de lo que la legislación actualmente le exige a la compañía y requiere con ello una reestructuración de la cultura organizacional de la misma. Estos esfuerzos se ven recompensados no solo en beneficios económicos a corto y mediano plazo sino también en beneficios ambientales a nivel interno y externo de la empresa.

10. RECOMIENDACIONES

- ✓ Se observó que la PML puede ser aplicada no solo a la gestión de los residuos sino también a otros recursos como la energía y el agua, por ello se recomienda el diseño y elaboración de un sistema para contabilizar por área estos recursos y poder aplicar así las herramientas de PML.
- ✓ Dado que la barredura mala es viable para realizar compostaje se sugiere analizar la factibilidad de utilizar solo un porcentaje de la barredura proveniente de peletizado o realizar un seguimiento a la cantidad de este residuo que generan otras áreas, para con ella elaborar compost.

- ✓ Uno de los principales inconvenientes encontrados en el desarrollo del trabajo fue el largo tiempo para la obtención de información y la falta de verificación en la veracidad de la misma con antelación, por lo que se recomienda la búsqueda de un método más eficaz para la consolidación de la información ambiental y la divulgación de la misma hacia los interesados a nivel interno de Itacol.
- ✓ De acuerdo a la última comunicación de la cementera Argos, el estado de la escoria y el hollín se ve deteriorado debido al actual almacenamiento interno que le da la empresa a estos residuos, por lo cual se disminuye la posibilidad de ser de interés para Argos. Por esta razón se recomienda mejorar el almacenamiento y empaque de los mismos.
- ✓ En el establecimiento de alternativas de PML para la minimización en la generación de empaque de segunda se pensó en la posibilidad de investigar y evaluar el cambio de las materias primas utilizadas en pesa menor, por unas que no fueran de origen animal pero que tuvieran las mismas propiedades necesarias para el alimento, sin embargo, por cuestiones de tiempo esta alternativa no pudo ser estudiada a fondo por lo cual se sugiere la investigación de esta misma.

11. REFERENCIAS

- Empresa Colombiana de Carbón LTDA ECOCARBON. (1998). *Calderas a Carbón*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana .
- Abella, J., & Martínez, M. (16 de Julio de 2012). CONTRIBUCIÓN DE UN AFLUENTE TRIBUTARIO A LA EUTROFIZACIÓN DEL LAGO DE TOTA (BOYACÁ, COLOMBIA). *Revista Colombiana de Química de la Universidad Nacional de Colombia*.
- Aktiva. (2013). Recuperado el 01 de Septiembre de 2015, de <http://aktiva.com.co/blog/Estudios%20sectoriales/2013/Alimentos%20balanceados%202013.pdf>
- Albentosa, L. (1979). Contaminación atmosférica y nieblas en las áreas urbanas industrializadas. *Acta Geológica Hispánica*, 529-533.
- Alpina. (2014). *Informe de Sostenibilidad* . Jimeno Acevedo & Asociados .
- Amell, A. (2014). *OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA TÉRMICA EN PROCESOS INDUSTRIALES*.

- Araque, L., & García, D. (03 de 09 de 2010). *ANÁLISIS DE LA VALORIZACIÓN DE ESCORIAS NEGRAS COMO MATERIAL AGREGADO PARA CONCRETO EN EL MARCO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LA SIDERÚRGICA DIACO. MUNICIPIO TUTA BOYACÁ*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15030/T41.10%20P247a.pdf?sequence=1>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (Febrero de 2013). Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>
- Asenjo, I., Larragaña, P., Garay, J., & Sertucha, J. (2011). Influencia de la composición química de diferentes chatarras de acero sobre las propiedades mecánicas de la fundición con grafito esferoidal. *Revista de Metalurgia*.
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración ATECYR. (Febrero de 2007). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE*. Recuperado el 31 de Julio de 2015, de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Procedimientos_inspeccion_calderas_GT5_07_f5b208e3.pdf
- Baca, G. (2002). *Matemáticas Financieras*. Bogotá: Editorial Educativa.
- Barrios, E., & Loreto, D. (2003). *Anales de la Universidad Metropolitana*.
- Beckel, J. (1995). *Innovación en Tecnologías y Sistemas de Gestión Ambientales en Empresas Líderes Latinoamericanas*. Santiago de Chile.
- Biofase S.A.P.I. (2013). *BIOFASE*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de <http://www.biofase.com.mx/>
- Bliss Industries. (s.f.). Recuperado el 02 de Septiembre de 2015, de <http://www.bliss-industries.com/system/resources/0000/0047/speltml.pdf>
- Bono, C. (17 de Febrero de 2015). *Flores y Plantas*. Recuperado el 21 de Julio de 2015, de <http://www.floresyplantas.net/agronutrientes-materia-organica-y-la-salinidad-en-los-suelos/>
- Calderón, F., & Cevallos, F. (18 de Mayo de 2001). Recuperado el 27 de Julio de 2015, de http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm
- Castañer, J. A. (28 de 02 de 2014). Obtenido de http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf
- Castells, X., & Álvarez, F. (2012). *Los Contaminantes y la Destrucción Térmica*. Madrid: Díaz de Santos.
- Cemex. (s.f.). *Cemex*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://www.cemex.com/ES/ProductosServicios/TiposCemento.aspx>
- Centro Nacional de Producción Más Limpia. (2002). Caso Vikingos de Colombia S.A. *Casos de Aplicación de Producción Más Limpia en Colombia*.
- Chicharro, A., Cala, V., Martín, M., & Larrea, M. (1998). Impacto ambiental por metales pesados en suelos y plantas del entorno de un depósito de chatarra procedente de automóviles de desguace. *Revista Metal Madrid*.

- Cisneros, B. E. (2005). *La Contaminación Ambiental en México*. México: Limusa S.A. .
- Comisión Estatal del Agua de Jalisco CEA. (2013). *Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados*. Jalisco: Arturo Nelson Villareal.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile. (Junio de 2001). Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de <http://infohouse.p2ric.org/ref/18/17615.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del César CORPOCESAR. (21 de Julio de 2014). Recuperado el 09 de Septiembre de 2015, de <http://www.corpocesar.gov.co/files/Resolucion2082014OJ.pdf>
- Díaz, O., Encina, F., Chuecas, L., Becerra, J., Cabello, J., Figueroa, A., & Muñoz, F. (2001). Influencia de variables estacionales, espaciales, biológicas y ambientales en la bioacumulación de mercurio total y metilmercurio en *Tagelus dombeii*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 15-29.
- Díaz, U., Celestino, P., Ferro, T., Estévez, O., & Omar, J. (2006). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181322792006.pdf>
- Dinero. (06 de Agosto de 2011). *Dinero*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://www.dinero.com/negocios/articulo/argos-comienza-produccion-cementos-verdes/121079>
- Directiva 75/442/CEE. (08 de Febrero de 2002). Recuperado el 16 de Julio de 2015, de http://www.cma.gva.es/areas/residuos/res/CER2002a.htm#_ÍNDICE
- DuPont. (24 de Mayo de 2011). *DuPont*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de http://www2.dupont.com/Packaging_Resins/en_US/whats_new/article_20110524_sudpack.html
- Duque, M., Echeverri, O., & Rendón, D. (2014). *Caracterización mecánica de la escoria de carbón para su uso en la ingeniería*. Bogotá.
- Duque, M., Echeverri, O., & Rendón, D. (2014). Caracterización Mecánica de la Escoria de Carbón para su Uso en la Ingeniería. *XIV CONGRESO COLOMBIANO DE GEOTECNIA & IV CONGRESO SURAMERICANO DE INGENIEROS JÓVENES GEOTÉCNICOS*. Bogotá.
- Ecoprofit. (2007). Abonos AGS. *ECOPROFIT*.
- El País. (2014). *El País*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de <http://www.elpais.com.co/elpais/500-empresas/evolucion/italcol-de-occidente-sa>
- EL TIEMPO. (18 de Abril de 2008). 80% de las industrias bogotanas usan calderas de carbón y emiten 13 toneladas de hollín al día. *EL TIEMPO* .
- Environmental Protection Agency . (2015). *Hazardous and Solid Waste Management System; Disposal of Coal*. National Archives and Records Administration.
- Environmental Protection Agency. (1996). *Stagnation time, composition, pH, and orthophosphate effects on metal leaching from brass*. Cincinnati.

- Espitia, N. E. (Enero de 2010). *Propuestas de Gestion Ambiental para la Empresa Siprocas EU del Sector Ganadero en Hato Corozal - Cazanare*. Pontificia Univeridad Javeriana, Bogotá. Recuperado el 26 de 05 de 2015, de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/735/1/eam54.pdf>
- Esteves, W. R. (2002). PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS DE ESCORRENTÍA EN UNA PLANTA FARMACÉUTICA DE SÍNTESIS QUÍMICA. *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28*,. Cancún.
- Estrada, E. L. (s.f.). *Gestion Ambiental empresarial , instrumentos de competitividad* .
- Ferré, N., Schuhmacher, M., Llobet, J., & Domingo, J. (2007). Metales Pesados y Salud. *MAPFRE Seguridad*.
- Fraume, N. (2006). *Diccionario Ambiental*. Bogotá: Eco Ediciones.
- García, J. (Noviembre de 2001). Recuperado el 22 de Septiembre de 2015, de <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBsQFjAAahUKEwjzn8aB5ffIAhWKKiYKHaeHCGs&url=http%3A%2F%2Fkimerius.com%2Fapp%2Fdownload%2F5780666669%2FCombusti%25C3%25B3n%2By%2Bcombustibles.pdf&usg=AFQjCNHtJzISRWk8a7>
- González, D. (2013). Recuperado el 08 de Febrero de 2015, de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1032/1/Aprovechamiento_residuos_agroindustriales_producci%C3%B3n_alimentos_funcionales.pdf
- Grupo Asesor Ambiental y Civil LTDA. (2010). *Evaluacion de Emisiones Atmosfericas en Peletizadoras*. Funza.
- Guzmán, V., Pedraza, M., León, C., Campos, V., & Mondaca, M. (2014). Transformación de Roxarsona por un consorcio bacteriano aislado desde suelo en condiciones Aeróbicas. *Gayana*.
- Holcim Colombia. (2013). *Holcim Colombia*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://www.holcim.com.co/comunicaciones/ids-2013.html>
- hub sustentabilidad. (15 de Abril de 2013). *hub sustentabilidad*. Recuperado el 01 de Julio de 2015, de <http://www.hubsustentabilidad.com/21-industrias-de-panamericana-norte-se-certifican-en-produccion-limpia/>
- ICA. (30 de Noviembre de 1998). Recuperado el 27 de Julio de 2015, de http://www.rr-americas.oie.int/in/proyectos/camevet/Normas_paises/Normativas%20Paises/Colombia/RESO2983B.htm
- ICA. (06 de Septiembre de 2002). *Instituto Agropecuario Colombiano ICA*. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://www.ica.gov.co/getattachment/0fb5e390-5bfb-4baf-ab45-2b2da88bd70f/2028.aspx>
- ICCT, I. C. (2009). *Taller Internacional sobre Carbono Negro*. Londres.
- International Organization for Standardization ISO. (2005). Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CCwQFjACahUKEwjznLxwPXIAhVLJR4KHSOGBC0&url=http%3A%2F%2Fwww.rree.go.cr%2>

Ffile-dd.php%3Fid_file%3D340&usg=AFQjCNGFxiFkKtQc2spw-3k2eFlp8jnS2A&bvm=bv.106379543,d.eWE

ITALCOL S.A. . (2014). *DIAGNOSTICO DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCION, MITIGACION Y CORRECCION ESTABLECIDAS*. Bogotá.

Italcol S.A. Planta Funza. (2009). *Plan de Manejo Ambiental*. Funza.

Jaramillo, A. (2003). Producción Más Limpia - CNPML. *Nueva Industria*.

Jaramillo, F. (Enero de 2001). Recuperado el 17 de Julio de 2015, de http://lpas.epfl.ch/lidar/publications/diplomas/Fernando/Jaramillo_2000.pdf

Jiménez, J. D. (Julio de 2011). Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67156/componente67154.pdf

Kent, M. (2003). *Diccionario Oxford sw Medicina y Ciencias del Deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Legaz, F., Serna, M., & Primo, E. (s.f.). *Instituto Valenciano de Ciencias Agrarias*. Recuperado el 07 de Julio de 2015, de <http://www.ivia.es/sdta/pdf/revista/citricos/05tema11.pdf>

Limón, J. (2013). *LOS LODOS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ¿PROBLEMA O RECURSO?* Guadalajara.

Llop, A., Valdés-Dapena, M., & Zuazo, J. (2001). Vectores de Importancia Médica. En *Microbiología Y Parasitología Médicas Tomo III* (pág. 427). La Habana: Ciencias Médicas.

Lohse-Hanson, C., Skuta, G., & Kessler, K. (Diciembre de 2014). Recuperado el 17 de Julio de 2015, de <http://www.pca.state.mn.us/index.php/view-document.html?gid=22038>

Lorenzetti, Y., Grillo, M., Scaravaglio, O., Cerioni, L., Volentini, S., & Rodríguez, L. (2012). BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS Y AGUAS CONTAMINADAS CON COBRE. CEPAS MUTANTES DE ESCHERICHIA COLI PRESENTAN DIFERENTE CAPACIDAD DEPURADORA DEL METAL . *Séptimo Congreso de Medio Ambiente*. La Plata.

Maarten, A., & Siebel & Huub, J. (2003). Aplicación de Conceptos de Producción más Limpia y Competitividad. *Nueva Industria*.

Macedo, B. (2005). Recuperado el 16 de Septiembre de 2015, de <http://tallerdesustentabilidad.ced.cl/wp/wp-content/uploads/2015/04/UNESCO-El-concepto-de-sustentabilidad.pdf>

Marín, C. (s.f.). Reciclaje y Recuperación de Metales: Un Negocio de Dos Caras. *Metal Actual*.

Martinez, C. I. (2012). *Universidad Nacional a Distancia* .

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Gestión integral de residuos o desechos peligrosos*. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (05 de Agosto de 2010). Recuperado el 05 de Agosto de 2015, de http://www.anla.gov.co/documentos/Gaceta/DECRETO_2820_de_2010.pdf

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España. (2008). Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de <http://www.fenercom.com/pages/pdf/informacion/actuaciones/Triptico-Plan-Renove-Calderas-de-Carbon.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía Colombia. (Agosto de 2013). Obtenido de <http://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (1996). Memorias del Primer Seminario Internacional de Producción Limpia. *Gestión ambiental en El Cerejón Zona Norte*. Cartagena : .
- Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Política de Gestión de Residuos Sólidos. En *Políticas Ambientales de Colombia*. Santafé de Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Política de Producción más Limpia. En *Políticas Ambientales de Colombia*. Santafé de Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- NASA. (2013). *Científicos aseveran que el hollín provocó retroceso del glaciar en los Alpes en 1860*. Washington.
- Naula, M. (Diciembre de 2012). Recuperado el 29 de Julio de 2015, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2217/1/106003.pdf>
- Navarro, J., Aguilar, I., & López, J. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*.
- Nestlé Purina. (15 de Octubre de 2013). *Purina*. Recuperado el 01 de 07 de 2015, de <https://www.purina.com/meet-purina/sustainability/pet-food-packaging-explained-why-use-polypropylene>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1980). *Cuencas Fluviales*. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Burlington : Ongley.
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Recuperado el 06 de Julio de 2015, de http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/index2.html
- Organización Mundial de la Salud. (Marzo de 2014). *Organización Mundial de la Salud- Centro de Prensa*. Recuperado el 21 de Julio de 2015, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/es/>
- Ortega, M. (2012). Reciclables y compostables ganan Medalla de Oro en Londres 2012. *Tecnología del Plástico*, 4.
- Padilla, A. (s.f.). Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de <http://viviendasaludable.hn/wp-content/uploads/2014/05/manual-ayuda-en-accion.pdf>

- Parada, S. (2003). Ecoprofit, herramienta de Producción Más Limpia para el sector industrial en la ciudad de Bucaramanga . *Nueva Industria, Producción Más Limpia y Competitividad*.
- Perez, B. (2004). *Competitividad Empresarial* . Artes Gráficas del Valle.
- Perez, B. (s.f.). *Universidad del Valle* .
- Porta, J., López, M., & Poch, R. (2013). *Edafología, uso y protección de suelos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Pymesfuturo. (2007). Recuperado el 30 de Septiembre de 2015, de <http://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>
- Quintana, J. (2012). Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Probarros/file/51.pdf>
- RedES-CAR. (2013). *RedES-CAR Red de Empresas Sostenibles*. Recuperado el 30 de Julio de 2015, de www.redescar.org
- Rigola, M. (1996). Primer Seminario Internacional de Producción más Limpia. *Programa ONUDI de Centros Nacionales de Producción más Limpia* (pág. 21). Cartagena de Indias: Multiimpresos Medellin.
- Rochman, C., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*.
- Rodríguez, M., & Córdoba, A. (2006). *Manual de Compostaje Municipal* . México.
- Rojas, M. (2006). Recuperado el 20 de Septiembre de 2015, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14587/T41.06%20S68d.pdf?sequence=1>
- Ruiz, G., Montoya, C., & Paniagua, M. (2009). DEGRADABILIDAD DE UN POLÍMERO DE ALMIDÓN DE YUCA. *Revista EIA*.
- Sarmiento, F. (2000). *Diccionario de Ecología*. Abya Ayala.
- Silva, Y., & Delvasto, S. (2013). CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON DIFERENTES NIVELES DE CENIZA VOLANTE Y ESCORIA DE COMBUSTIÓN DE CARBÓN. *Revista Colombiana de Materiales*, 1-9.
- Soria, G. F. (Septiembre de 2009). Recuperado el 24 de Septiembre de 2015, de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1205/1/PG%20206_Tesisfinal.pdf
- The Dow Chemical Company. (2014). *The Dow Chemical Company*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de <http://www.dow.com/packaging/packstudios/pacxpert/>
- The Story of Stuff Project. (06 de Mayo de 2015). Microbeads. Berkeley, California, Estados Unidos.
- THERMAL ENGINEERING LTDA. (s.f.). Recuperado el 28 de Julio de 2015, de http://www.thermal.cl/prontus_thermal/site/artic/20110602/asocfile/20110602102250/articulo_eficiencia_en_calderas.pdf

- Tirado, L., González, F., Martínez, L., Wilches, L., & Celedón, J. (2015). Niveles de metales pesados en muestras biológicas y su importancia en salud. *Revista Nacional de Odontología*.
- Toro, Á. (01 de Marzo de 2013). Recuperado el 05 de Agosto de 2015, de <http://idpc.gov.co/descargas/nosotros/mapa-de-procesos/MC-P04%20PROG%20GESTION%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOSv1.pdf>
- Trejos, M., & Agudelo, N. (Junio de 2012). Recuperado el 03 de Septiembre de 2015, de <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Probarros/file/31.pdf>
- UAESP Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos. (Diciembre de 2011). Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de [http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci%C3%B3n/RESIDENCIALES%2002-29-2012\(!\).pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci%C3%B3n/RESIDENCIALES%2002-29-2012(!).pdf)
- van Hoof, B. (2008). *Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental*. Alfaomega.
- van Hoof, B., & Herrera, C. M. (31 de Octubre de 2007). *Scielo*. Recuperado el 08 de Febrero de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a13>
- Vázquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M., & Velasco, M. (s.f.). *Asociación Nacional de Industrias de Plástico ANIPAC*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2015, de <http://www.anipac.com/bioplasticos.pdf>

12. ANEXOS

ANEXO 1. Conjunto de Datos para el Establecimiento de Rangos de Relevancia de los Residuos Convencionales

Conjunto de Datos Residuos Convencionales			
Dato N°	%	Diferencia	Diferencia^2
1	0,001	-1,666	2,777
2	0,017	-1,650	2,721
3	0,023	-1,644	2,702
4	0,017	-1,650	2,721
5	0,012	-1,655	2,740
6	0,040	-1,627	2,646
7	0,381	-1,286	1,653
8	0,040	-1,627	2,646
9	0,035	-1,632	2,664
10	0,023	-1,644	2,702
11	0,035	-1,632	2,664
12	0,069	-1,598	2,553
13	0,012	-1,655	2,740
14	0,023	-1,644	2,702
15	0,023	-1,644	2,702
16	0,012	-1,655	2,740
17	0,300	-1,367	1,867
18	0,023	-1,644	2,702
19	0,006	-1,661	2,760
20	0,052	-1,615	2,608
21	0,023	-1,644	2,702
22	0,023	-1,644	2,702
23	0,012	-1,655	2,740
24	0,185	-1,482	2,197
25	0,335	-1,332	1,774
26	91,13	89,459	8002,836
27	0,00	-1,667	2,778
28	0,00	-1,667	2,779
29	0,12	-1,550	2,403
30	0,01	-1,660	2,756
31	0,00	-1,664	2,770

32	0,18	-1,490	2,219
33	0,00	-1,667	2,779
34	0,27	-1,395	1,947
35	0,45	-1,216	1,479
36	0,306	-1,361	1,852
37	0,024	-1,643	2,700
38	1,052	-0,615	0,379
39	0,053	-1,614	2,605
40	0,098	-1,569	2,463
41	0,146	-1,521	2,313
42	0,805	-0,862	0,744
43	0,199	-1,468	2,155
44	0,010	-1,657	2,747
45	0,010	-1,657	2,745
46	0,192	-1,475	2,177
47	0,026	-1,641	2,693
48	0,234	-1,433	2,053
49	0,302	-1,365	1,863
50	0,792	-0,875	0,766
51	0,428	-1,239	1,536
52	0,069	-1,598	2,553
53	0,220	-1,447	2,095
54	0,139	-1,528	2,336
55	0,237	-1,430	2,045
56	0,121	-1,546	2,389
57	0,324	-1,343	1,805
58	0,069	-1,598	2,553
59	0,185	-1,482	2,197
60	0,087	-1,580	2,497
Promedios	1,667		135,686

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. Conjunto de Datos para el Establecimiento de Rangos de Relevancia de los Residuos Reciclables

Conjunto de Datos Residuos Reciclables			
Dato N°	%	Diferencia	Diferencia^2
1	0,005	-1,634	2,670
2	0,020	-1,619	2,620

3	0,068	-1,571	2,468
4	0,087	-1,552	2,407
5	0,068	-1,571	2,468
6	0,058	-1,581	2,499
7	0,515	-1,124	1,263
8	0,092	-1,547	2,392
9	0,126	-1,513	2,288
10	0,068	-1,571	2,468
11	0,097	-1,542	2,377
12	0,311	-1,328	1,764
13	0,029	-1,610	2,592
14	0,049	-1,590	2,529
15	0,068	-1,571	2,468
16	0,019	-1,620	2,623
17	0,457	-1,182	1,398
18	0,078	-1,561	2,438
19	0,011	-1,628	2,651
20	0,146	-1,493	2,230
21	0,049	-1,590	2,529
22	0,068	-1,571	2,468
23	0,019	-1,620	2,623
24	0,262	-1,377	1,895
25	0,515	-1,124	1,263
26	0,000	-1,639	2,686
27	0,022	-1,617	2,614
28	39,609	37,970	1441,689
29	0,597	-1,042	1,086
30	0,005	-1,634	2,670
31	0,009	-1,630	2,657
32	0,107	-1,532	2,347
33	4,437	2,798	7,829
34	0,000	-1,639	2,686
35	0,651	-0,988	0,976
36	43,768	42,129	1774,825
37	0,007	-1,632	2,663
38	0,049	-1,590	2,529
39	0,204	-1,435	2,060
40	0,078	-1,561	2,437
41	0,002	-1,637	2,679
42	1,510	-0,129	0,017
43	0,000	-1,639	2,686

44	0,074	-1,565	2,449
45	0,020	-1,619	2,621
46	0,032	-1,607	2,583
47	0,042	-1,597	2,550
48	0,000	-1,639	2,686
49	0,000	-1,639	2,686
50	0,000	-1,639	2,686
51	0,000	-1,639	2,686
52	0,583	-1,056	1,115
53	0,000	-1,639	2,686
54	0,350	-1,289	1,662
55	0,330	-1,309	1,712
56	0,165	-1,474	2,172
57	0,107	-1,532	2,347
58	0,476	-1,163	1,352
59	0,008	-1,631	2,660
60	0,2332	-1,406	1,976
61	3,2388	1,600	2,560
Promedios	1,639		55,012

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Conjunto de Datos para el Establecimiento de Rangos de Relevancia de los Residuos Peligrosos

Conjunto de Datos Residuos Peligrosos			
Dato N°	%	Diferencia	Diferencia^2
1	77,246	57,246	3277,12
2	9,062	-10,938	119,63
3	8,970	-11,030	121,66
4	4,189	-15,811	249,99
5	0,532	-19,468	378,99
Promedios	20		829

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. Media, Varianza y Desviación Estándar para los Tres Tipos de Residuos

TIPO DE RESIDUO	Medidas de Dispersión		
	Media	Varianza	Desviación Estándar
Convencionales	1,67	135,69	11,65

Reciclables	1,64	55,01	7,42
Peligrosos	20,00	829,48	28,80

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Energía Eléctrica y Agua Consumida por Área

ÁREA	Energía entrada (kW/día)	Agua Entrada
Caldera	805	Dato por verificar
Pesa Menor	Sin Contador	No utiliza
Peletizado	10746	No utiliza
Premezclas	201	No utiliza

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Cantidad Mensual de Producto Final de Peletizado

Mes	Cantidad (kg/mes)
Enero	20263528,5
Febrero	18017641,8
Marzo	20977807,9
Abril	20586303,8
Promedio	19961320,5

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Costos Específicos Asociados a la Adecuación a Gas de la Caldera Actual

Problemática	Alternativa	Costos Asociados	Especificaciones	Inversión Pesos (Mes)	Inversión Pesos (Año)
Generación de hollín y escoria de carbón	Adecuación a gas de la caldera actual.	Búsqueda de proveedores para la adecuación	Realizado por el área respectiva.	-	Indirecto
		Adecuación del sistema.	Maquinaria	-	94000000
			Mano de obra		
		Compra del gas natural.		39935808	479229696
		Parada de la producción.	No hay paradas de producción en la adecuación según entrevistas con el Jefe de Mantenimiento	-	0
		Divulgación de información y capacitación.	Realizado por cada área	-	Indirecto

	Elaboración de un programa de evaluación y seguimiento a la nueva caldera.	Realizado por el área de ambiental y mantenimiento	-	Indirecto
	Estudio Pitometría	Pitometría y Dióxido de Nitrógeno NO2	-	2000000
INVERSIÓN TOTAL				575229696

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8. Propuesta Económica para la Conversión de Fuel Oil a Gas Natural a Caldera 300BHP para Itacol - Barranquilla⁵

PROPUESTA No.	CLIENTE	PREPARADA PARA	FECHA	PAG
2163P V2	ITALCOL BARRANQUILLA	CARLOS PEREZ	21/05/2013	- 5 -
PROYECTO: CONVERSION DE FUEL OIL A GAS NATURAL DE CALDERA 300 BHP				

II. OFERTA ECONÓMICA

ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL CONVERSION CALDERA CLEAVER BROOKS DE 300 BHP (COTIZACION 2163P V1)	VALOR TOTAL CONVERSION CALDERA CLEAVER BROOKS DE 300 BHP (COTIZACION 2163P V2)
1	TREN DE GAS NATURAL COMPLETO	9.360.000	9.360.000
2	INSTRUMENTACION Y CONEXIONES ELECTRICAS	22.403.000	15.413.000
3	TABLERO DE CONTROLES.	6.995.000	6.995.000
4	SISTEMA CONTROL LINK. (EQUIPO OPCIONAL)	11.775.000	0
5	CAMBIO DE AISLAMIENTO TERMICO	7.367.000	3.752.000
6	SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA	20.913.000	20.913.000
7	CHIMENEA PARA LA SALIDA DE GASES	10.351.000	1.552.000
8	SERVICIO DE CARGUE DE CALDERA Y TRANSPORTE DE FUNZA A MEDELLIN (A CARGO DE ITALCOL)	5.785.000	0
9	SERVICIO DE TRANSPORTE DESDE MEDELLIN HASTA BARRANQUILLA Y GRÚA PARA DESCARGUE Y MONTAJE DE EQUIPOS (A CARGO DE ITALCOL)	11.708.000	0
10	SUPERVISION DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA. (LA MANO DE OBRA SUMINISTRADA POR ITALCOL)	23.007.000	8.607.000
11	MANTENIMIENTO	3.000.000	3.000.000
*TOTAL		132.664.000	69.592.000
DESCUENTO DEL 5%		6.633.200	3.479.600
*TOTAL CON DESCUENTO		126.030.800	66.112.400

*IMPUESTO: Al valor anterior se le deberá sumar el Impuesto al Valor Agregado (IVA), cuyo porcentaje de liquidación será el vigente en el momento de facturación.

III. CONDICIONES COMERCIALES:

FORMA DE PAGO: 50% ANTICIPO, a la firma de la oferta mercantil.
30% A la prueba hidrostática de la caldera.
10% + IVA Al despacho de los equipos.
10% A la puesta en marcha ó a 30 días del despacho (lo que ocurra primero).

Fuente: Calderas JCT (2013). *Propuesta Conversión de Fuel Oil # 6 A Gas Natural de Caldera de 300 BHP Marca Cleaver Brooks para Itacol - Barranquilla*

⁵ Debido al año de generación de esta cotización y la capacidad de la caldera, la cual es menor a la de Itacol – Funza, en entrevistas con el Jefe de Mantenimiento se estableció un costo promedio a partir de la cotización más económica agregando un 20% y el valor del sistema control link.

ANEXO 9. Soporte del Costo de Compra de Gas Natural y Carbón por Hora de Consumo

CONSUMO DE DIFERENTES COMBUSTIBLES	
REQUERIMIENTO DE BTU POR TABLA DE EQUIPO PARA LOGRAR TEMPERATURAS DE 115°C	3000000
CAPACIDAD NECESARIA EN HP TEORICOS PARA LAS 3M DE BTU	85,0
CONSUMO DE RADIADORES VAPOR LB/HORA, TUBERIA ACTUAL 2" A 135 PSI	2600
CAPACIDAD NECESARIA DE CALDERA PARA EL CONSUMO DE 2600 LBS VAPOR EN BHP	86,7
CANTIDAD DE CARBON EN KILOS NECESARIA PARA ESTE CONSUMO DE 86.7 BHP	137,8
COSTO EN PESOS DE CARBON DE LOS 86 BHP UTILIZADOS EN RADIADORES	22737
COSTO EN PESOS DE GAS NATURAL PARA LAS 3 millones BTU	69333
COSTO EN PESOS GAS PROPANO PARA LAS 3 millones de BTU	120167
CONSUMO DE ENERGIA EN KW EN UNA HORA DE EXTRUDER	96
COSTO EN PESOS DE ENERGIA POR HORA PRODUCIDA	25920
CONSUMO PROMEDIO EN KW EN UNA HORA DE CALDERA PARA PRODUCIR 450 HP(ES LO ACTUAL)	40
COSTO PROMEDIO DE CALDERA EN ENERGIA PARA 450 HP/HORA	10800
COSTO EN PESOS DE ENERGIA PARA PRODUCIR 86 HP	2064
COSTO TOTAL DE ENERGETICOS CON SOLO CARBON PARA PRODUCIR UNA TONELADA A VELOCIDAD ACTUAL DE 1 TN/HRA	50721
COSTO TOTAL PARA PRODUCIR UNA TONELADA CON SOLO GAS NATURAL AUN RENDIMIENTO DE 1,4 TN /HRA	68038
COSTO TOTAL CON GAS PROPANO PARA PRODUCIR UNA TONELA A UN RENDIMIENTO DE 1,4 TN HORA	104347,6

Fuente: Abello, H (2013). *Proyecto de Quemador a Gas en Secador Itacol – Funza*

ANEXO 10. Soporte del Costo del Muestro de Emisiones Atmosféricas que Aplica a Calderas a Carbón

Informacion



italcol 19/10/2015 ▶

Para: brenda.m_0806@hotmail.com, diana.pbh@hotmail.com CC: Martha Torres ✉

Hola buena tarde:

- El costo del estudio isocinetico que se realizó en la planta es menor debido a que solo se midió un parámetro
- Cuando se miden los tres parámetros vale aproximadamente 5 millones
- El costo promedio de los empaques es de 600 pesos la unidad , estos precios varían mes por diferentes factores

Mañana a primera hora adjunto las fotos de lo que me solicitaron, quedo atento a sus comentarios

Cordialmente

Luis H. Clavijo Linares

Dpto. Gestión Ambiental

Past. Administración y Gestión Ambiental Universidad Piloto de Colombia

Cel:3204824831

ITALCOL S.A.

Tel: (+57-1) 4221361

www.italcol.com

Fuente: ITALCOL S.A (20135). *Correo respuesta a la solicitud del costo promedio del Análisis Isocinético de Itacol – Funza.*

ANEXO 11. Propuesta Económica del Muestro de Emisiones Atmosféricas que Aplica a Calderas a Gas

3. COSTO DEL TRABAJO

El trabajo anteriormente descrito tiene un costo de:

ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COSTOS DE MUESTREO			
CALDERA 500 BHP – GAS NATURAL PITOMETRIA DIOXIDO DE NITROGENO (NO ₂) (METODO 7E EPA)	1	\$ 1.850.000.00	\$ 1.850.000.00
SUBTOTAL COSTOS DE MUESTREO			\$ 1.850.000.00
COSTOS OPERATIVOS			
Transporte peajes y viáticos	1 Dia	\$ 150.000.00	\$ 150.000.00
SUBTOTAL COSTOS OPERATIVOS			\$ 150.000.00
TOTAL			\$ 2.000.000.00

4. VIGENCIA DE LA PROPUESTA

Esta propuesta tiene una vigencia de 30 días a partir de la fecha de entrega

5. FORMA DE PAGO

Contra entrega de los trabajos.

e-mail: coamb Ltda@gmail.com Tel: 3407491 Tel/Fax: 3691215 Celulares: 3102303160-3125225321 Bogotá D.C.-

Fuente: COAMB, Colombia (2015). *Propuesta Económica del Muestro de Emisiones Atmosféricas que Aplica a Calderas a Gas para Itacol- Funza*

ANEXO 12. Costos Específicos de la Escoria y Hollín en la Fabricación de Cemento

Problemática	Alternativa	Costos Asociados	Especificaciones	Inversión Pesos (Mes)	Inversión Pesos (Año)
Inadecuada disposición final de hollín y escoria de carbón	Disposición de la escoria de carbón y hollín para la fabricación de cemento	Establecer alianzas o convenios con cementeras.	Realizado por el área respectiva.	-	Indirecto
		Disposición de hollín y escoria	Co-procesamiento	636000	7632000
		Divulgación de información.	Realizado por cada área	-	Indirecto
INVERSIÓN TOTAL					7632000

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 13. Propuesta Económica para el Co-Procesamiento de Escoria y Hollín



CII 113 No. 7 # 45
Torre B Piso 12
Edificio Teleport Business Park
Bogotá D.C.

PBX: (571) 6575300

el cuadro de precios.

Precio Disposición					
Alternativa	Ciudad Origen	Ciudad Destino	Tipo de Vehículo	Carga Mínima	Valor unitario
CENIZAS Y HOLLIN	FUNZA	NOBSA	Carrozado 32T	20,000 TO	326.000,00
CENIZAS Y HOLLIN	FUNZA	NOBSA	Carrozado 32T	25,000 TO	300.000,00
<p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estos precios no incluyen el IVA vigente. - Para el envío de residuos no caracterizados, se deberá hacer el correspondiente análisis interno y aprobación por parte de nuestro laboratorio. 					

1.2. Forma de pago

Una vez el material sea recogido y transportado a las instalaciones del dispositor final, se realizará la facturación correspondiente. Las facturas se deben cancelar dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a su entrega, previa aprobación de cupo de crédito.

En caso de no optar por esta forma de pago, se debe consignar por anticipado, a la cuenta corriente No. 172-246162-21 de Bancolombia, a nombre de Eco Procesamiento Ltda para proceder a la programación del servicio.

Fuente: Eco Procesamiento, Colombia (2015). *Propuesta Económica para el Co-Procesamiento de Escoria y Hollín de Italcil- Funza*

ANEXO 14. Costos Específicos del Cambio de las Empresas Actuales del Reciclaje de Empaque de Segunda

Problemática	Alternativa	Costos Asociados	Especificaciones	Inversión Pesos (Año)
Inadecuada disposición de empaque de segunda	Cambio de las empresas encargadas de la disposición final actual del empaque de segunda.	Realización del registro de los compradores.	Realizado por el área de compras.	Indirecto
		Búsqueda y alianza con empresas que den un valor más alto y una mejor disposición al empaque de segunda generado.	Realizado por el área de compras.	Indirecto
INVERSIÓN TOTAL				0

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 15. Propuesta Económica del Reciclaje de Empaque de Segunda

Tipo Empaque	Precio Actual (Pesos)	Oferta (Pesos)
Desbocado	40	45
Descocido	40	45
Retal Fibra	40	83
Papel	40	76
Retal Calcio Fino	40	65
Origen Animal	40	45
La Jordana	40	40

Fuente: INCOLPLASTBEL, Colombia (2015). *Oferta para la Compra de Empaque de Segunda de Itacol – Funza*

ANEXO 16. Costos Específicos del Programa de Atención a Fugas de Alimento

Problemática	Alternativa	Costos Asociados	Especificaciones	Inversión Pesos (Año)
Generación de barredura mala	Programa de Atención a Fugas de Alimento	Registro de fugas	Realizado por el área de ambiental y mantenimiento.	Indirecto
		Diseño del programa	Realizado por el área de ambiental y mantenimiento.	Indirecto
		Compra de los contenedores de plástico.	Ocho contenedores	384000
		Programa de capacitación	Realizado por el área de ambiental y mantenimiento.	Indirecto
		Revisión y actualización del programa	Realizado por el área de ambiental y mantenimiento.	Indirecto
INVERSIÓN TOTAL				384000

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 17. Cotización de los Contenedores de Plástico para Barredura

Señora:
Diana Bermúdez
Att : itacol
Bogotá

Cordial saludo,

De acuerdo con nuestra conversación del día de hoy, le estoy cotizando los productos de su interés con su respectivo registro fotográfico.

REGISTRO FOTOGRAFICO	PRODUCTO	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO
	TANQUE 60 LTRS BOCA ANCHA & B.E	 Material: Polietileno de alta densidad y alto peso molecular.	\$ 41.379
*** Mas 16 % I.V.A			

La mercancía se le hace entrega a los 8 días hábiles de puesta la orden de compra y pago de la mercancía o adelanto del 50 %.

En la orden de compra colocar cantidad, nombre de la empresa. Nit. teléfono de contacto y dirección de entrega.

Para transferencia electrónica o consignación a la cuenta # 473969996064 Davivienda cuenta corriente.

Nota: cotización valida por 15 días

Fuente: DISTRIENVASES LA 30 S.A.S., Colombia (2015). *Cotización de Tambor de 60 Litros.*